

MEMOIRE

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

Camille NISSET

soutenu publiquement en juin 2019

**TSLE et entraînement des correspondances
grapho-phonémiques**
**Analyse linguistique de la progression proposée par
GRAPHOGAME, création d'un complément d'items avec
modalité haptique**

MEMOIRE dirigé par

Loïc GAMOT, Orthophoniste, Lille

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier chaleureusement mon directeur de mémoire Monsieur Gamot, orthophoniste, pour sa disponibilité, ses conseils et ses critiques constructives qui ont permis à ce travail d'aboutir.

Je souhaite remercier également mes lectrices Madame Toupry Lucie et Robilliard Damiani Léa, orthophonistes, pour leur soutien et leur participation au jury de la soutenance.

Merci à tous mes maîtres de stage pour leur professionnalisme, leur bienveillance et le partage de leurs connaissances.

Enfin, un grand merci à Pierre-Yves, à ma famille et à mes amis pour leur soutien, leur présence et leur aide tout au long de la formation. Merci infiniment à ma mère pour sa patience et ses nombreuses relectures.

Résumé :

Dans la pratique orthophonique française, la rééducation de trouble spécifique du langage écrit (ou dyslexie) n'a souvent fait l'objet d'aucune étude scientifique. Il est donc essentiel d'utiliser un matériel validé scientifiquement comme GraphoGame montrant des résultats significatifs sur cette population. De plus, l'exploration haptique obtient significativement de meilleurs résultats que l'exploration uniquement « visuo-auditive ». Les objectifs de ce mémoire sont d'analyser linguistiquement la progression de GraphoGame et d'y intégrer davantage la modalité haptique. Pour cela, nous avons recensé tous les items du jeu puis, nous avons réalisé diverses analyses : des phonèmes, des graphies, du type de stimuli et de la modalité haptique. Après avoir extrait les critères pertinents à la progression de GraphoGame, nous avons proposé un matériel complémentaire en modalité haptique basé sur les items de GraphoGame et sur ManulexMorpho afin d'atteindre les 50% d'haptique en association avec GraphoGame. La fréquence, la consistance et la non-dépendance au contexte des CGPh et CPhG ont été les critères principaux retenus, les autres pouvant différer d'une séquence à l'autre. Il serait intéressant de tester ce matériel conjointement à GraphoGame auprès d'enfants à risque de TSLE afin d'objectiver ou non l'apport sur les CGPh et CPhG.

Mots-clés :

TSLE- GraphoGame- Modalité haptique- Orthophonie

Abstract :

In French speech therapy practice, a specific written language impairment (also named dyslexia) has rarely been at the center of any scientific study. Thus, the use of a scientifically proven tool showing significant results, as GraphoGame, is essential. Moreover, study of haptics ends up with better results than only a visuo-auditory study. This thesis aims are to linguistically analyse GraphoGame's improvements and add more strenuously haptic modality. To do so, every item of the game has been listed, then, we made several analysis : phonemes, written forms, type of stimuli and haptic modality. After considering the pertinence of the improvement of GraphoGame, we offered a complementary equipment in haptic modality based on GraphoGame and ManulexMorpho items in order to reach 50% haptics combining GraphoGame. The frequency, the consistency and the non dependence on the context regarding GPC and CGPs were the main held criterias, others could differ from one sequence to another. It would be interesting to try out this equipment with GraphoGame on children with a high-risk specific writtent language impairment in order to objectify or not the contribution on GPC and CGPs.

Keywords :

Specific written language impairment - GraphoGame - Haptic modality - Speech therapy

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	1
.1. L'apprentissage du langage écrit chez le normo-lecteur	1
.1.1. Compétences préalables au développement du langage écrit.....	2
.1.2. Compétences spécifiques pour le développement de la lecture	2
.1.2.1. Capacités liées à l'écriture.....	2
.1.2.2. Capacités phonologiques de l'enfant	3
.1.3. Apprentissage normal du langage écrit.....	3
.1.3.1. Les deux voies de lecture de Coltheart et al., 2001	3
.1.3.2. Le modèle à deux voies d'écriture (Roeltgen et Heilman, 1984)	4
.1.3.3. Mise en place des procédures de lecture et d'écriture chez le normo-lecteur.....	4
.2. Les troubles spécifiques du langage écrit	5
.2.1. Définition.....	5
.2.2. Critères d'exclusion	5
.2.3. Critères d'inclusion	6
.3. Présentation des études validant les effets d'un entraînement pour les TSLE.....	6
.3.1. Enseignement intensif versus entraînement spécifique	6
.3.2. Apport d'une modalité haptique.....	7
.4. GraphoGame.....	7
.4.1. Présentation de GraphoGame	7
.4.2. GraphoLearn & GraphoGame	8
.4.3. Effet des jeux vidéo sur l'apprentissage de la lecture	9
.4.4. La motivation.....	10
Buts et objectifs	10
Méthode.....	11
.1. Matériel.....	11
.2. Population.....	11
.3. Procédure	11
.3.1. Procédure de l'analyse phonétique	12
.3.2. Procédure de l'analyse des graphies.....	12
.3.3. Procédure de l'analyse du type de stimuli	13
.3.3.1. Procédure de l'analyse des pseudo-mots	14
.3.3.2. Procédure de l'analyse des mots.....	14
.3.3.3. Procédure de l'analyse des phrases	15
.3.4. Procédure de l'analyse de la présence de la modalité haptique.....	16
.3.5. Création du matériel en modalité haptique.....	16
Résultats	16
.1. Analyse phonétique	17
.2. Analyse des graphies	18

.3. Analyse du type de stimuli.....	18
.3.1. Caractéristiques des pseudo-mots.....	19
.3.2. Caractéristiques des mots	19
.3.3. Caractéristiques des phrases	20
.4. Analyse de la modalité haptique	21
.5. Propositions d'exercices en modalité haptique	22
Discussion.....	23
.1. Interprétation des résultats et apports	23
.1.1. Analyse phonétique	24
.1.2. Analyse des graphies	24
.1.2.1. Analyse des graphies type « voyelle ».....	24
.1.2.2. Analyse des graphies type « consonne »	25
.1.3. Analyse du type de stimuli	25
.1.3.1. Caractéristiques des pseudo-mots.....	26
.1.3.2. Caractéristiques des mots	26
.1.3.3. Caractéristiques des phrases	27
.1.4. Analyse de la modalité haptique.....	27
.2. Limites du travail réalisé	27
.3. Pistes de recherche et perspectives	29
Conclusion.....	29
Bibliographie	31
Liste des annexes.....	38
Annexe n°1 : TSLE critères diagnostics (DSM-V) et définition (CIM-10).	38
Annexe n°2 : Liste des séquences de GraphoGame et GraphoLearn.	38
Annexe n°3 : Tableau CGPh les plus fréquentes (Fq textuelle U > 5.000) et les plus consistantes (> à 95 %), extrait de l'article de Sprenger-Charolles (2017).	38
Annexe n°4 : Matériel en modalité haptique.	38

Introduction

Dans la pratique orthophonique, la rééducation de trouble spécifique du langage écrit (ou dyslexie) consiste essentiellement : à entraîner les capacités phonologiques, à rééduquer la lecture avec des méthodes qui diffèrent de celles utilisées en classe ainsi qu'à mettre en place des stratégies de compensation afin de pallier les déficits objectifs. Toutefois, la rééducation orthophonique pratiquée en France, le plus souvent en cabinet, n'a fait l'objet d'aucune évaluation scientifique dans le traitement de la dyslexie (INSERM, 2007). C'est pourquoi il est essentiel d'utiliser un matériel validé scientifiquement comme GraphoGame. Celui-ci a montré des résultats significatifs chez des apprenants lecteurs à risque de dyslexie (Ruiz et al., 2017).

Les objectifs de ce mémoire sont d'analyser linguistiquement la progression choisie par GraphoGame et d'intégrer davantage la modalité haptique dans la version française du jeu. La condition « visuo-haptique », c'est-à-dire l'exploration d'items en les regardant et en les traçant du doigt, obtient significativement de meilleures performances en reconnaissance par rapport à la condition uniquement « visuelle » (Hulme, 1979). Les mêmes résultats sont obtenus avec des lettres chez les enfants en difficulté de lecture et chez les enfants normo-lecteurs (Hulme, 1982).

Le mémoire que nous présentons ici, fera une analyse linguistique des items utilisés dans la version française de GraphoGame ; celle-ci a elle-même suivi une progression se référant à Manulex-Morpho (Ruiz et al., 2017). De surcroît, il proposera la création d'items en modalité haptique.

Ce mémoire se décompose donc en cinq parties. La première partie de ce travail présente le développement de la lecture et de l'écriture chez le normo-lecteur. Une seconde partie est consacrée au trouble spécifique du langage écrit (TSLE). Une troisième partie est dévolue à la présentation d'études montrant l'efficacité d'un entraînement spécifique chez les enfants porteurs de TSLE. Une quatrième partie présente le jeu GraphoGame et l'intérêt des jeux vidéo ainsi que celui de la motivation sur l'apprentissage de la lecture. Une dernière partie présente l'analyse linguistique du jeu GraphoGame, nos résultats ainsi que notre complément d'items en modalité haptique.

Contexte théorique, buts et hypothèses

.1. L'apprentissage du langage écrit chez le normo-lecteur

Dans cette première partie, nous introduirons les facteurs généraux favorisant l'apprentissage de la lecture et de l'écriture chez le normo-lecteur. Puis, nous aborderons les facteurs prédictifs de celui-ci.

.1.1. Compétences préalables au développement du langage écrit

Le développement du langage écrit requiert des compétences préalables qui ne lui sont pas spécifiques. En effet, il nécessite des bases pour que l'enfant soit capable d'entrer dans cet apprentissage correctement comme dans tous les autres.

Tout d'abord, afin de pouvoir commencer un apprentissage, l'enfant doit disposer d'un environnement sécurisant (Winnicott, 1989) et porteur lui procurant une bonne estime de lui (Reasoner, 1992) ainsi qu'une figure d'attachement stable (Bowlby, 1969).

De plus, les fonctions exécutives sont essentielles et déterminantes pour le développement psychologique de l'enfant tant en ce qui concerne les apprentissages que la régulation du comportement ou encore, l'intégration des connaissances sociales. Elles regroupent le plus souvent les processus suivants : la planification, l'inhibition, la flexibilité mentale ainsi que les capacités de mémoire de travail (Roy, 2015). Les fonctions cognitives permettent ainsi de diriger un comportement vers un but (Luria, 1966). Tous ces processus répondent au concept de l'intelligence globale.

Par ailleurs, l'environnement matériel et éducatif de l'enfant lui permet de développer pleinement ses capacités cognitives lorsque celui-ci est stimulant. En effet, les enfants ayant subi une privation de stimulation lors de leurs premiers mois de vie présentent une déficience intellectuelle légère. Celle-ci peut se résorber partiellement si le nourrisson est ensuite placé dans un environnement enrichi (Fujinaga et al., 1990). On peut ajouter à cela que le statut socio-économique des parents joue un rôle sur le développement du quotient intellectuel des enfants. Ainsi, dans les milieux socio-économiques plus défavorisés, les différences intellectuelles s'expliquent principalement par les variations de conditions éducatives. En revanche, dans les milieux plus aisés les conditions éducatives étant optimales, les variations intellectuelles résultent majoritairement de différences génétiques (Turkheimer et al., 2003).

.1.2. Compétences spécifiques pour le développement de la lecture

.1.2.1. Capacités liées à l'écriture

Selon Justice et Ezell (2004), l'enfant pour rentrer dans l'apprentissage de la lecture doit connaître les différentes caractéristiques et fonctions de l'écriture ; par exemple, le rôle de l'écriture dans la transmission de messages, le sens de l'écriture (de gauche à droite en français), l'utilisation d'un livre, etc.

De plus, il existe une corrélation entre la connaissance des lettres, en réception et en production, chez les enfants d'âge préscolaire et l'apprentissage de la lecture ultérieure (Foulin & Pacton, 2006). La faculté à dénommer les lettres de l'alphabet est perçue depuis longtemps comme l'un des facteurs prédictifs préscolaires les plus déterminants pour l'apprentissage de la lecture et de l'écriture (Caravolas, Hulme & Snowling, 2001). En outre, l'expérience des enfants avec leur propre prénom renforce leur connaissance concernant le nom des lettres qui le composent (Treiman & Broderick, 1998). De ce fait, il est important que les enfants sachent épeler et écrire leur prénom pour pouvoir s'appuyer dessus au cours de l'apprentissage de la lecture.

.1.2.2. Capacités phonologiques de l'enfant

En premier lieu, Adams (2000) définit la conscience phonologique comme « la capacité à percevoir, à découper et à manipuler les unités sonores du langage telles que la syllabe et le phonème ». Celle-ci permet donc de prendre conscience d'unités comme la syllabe ou le phonème, étant à la base de la correspondance grapho-phonémique et par conséquent de la lecture. L'enfant, ayant une bonne conscience phonologique peut alors aisément identifier, manipuler et analyser les unités phonologiques qui lui sont présentées. La conscience phonologique et l'apprentissage de la lecture se développent mutuellement et se renforcent par la même occasion.

De plus, le niveau de conscience phonologique et la dénomination rapide sont de bons prédicteurs de la capacité de reconnaissance de mots écrits indispensable à la lecture (Catts, Hogan & Fey, 2003).

Par ailleurs, la perception catégorielle est un phénomène qui permet de détecter les différences acoustiques entre des sons de la parole, uniquement s'ils appartiennent à des catégories phonétiques différentes. De plus, Bogliotti, Messaoud-Galusi & Serniclaes (2002) ont mis en évidence le lien manifeste entre la perception catégorielle de la parole et l'apprentissage de la lecture.

En dernier lieu, la mémoire de travail phonologique est aussi essentielle pour la mise en place de la lecture. Elle permet à l'apprenant lecteur de conserver en mémoire la conversion graphème-phonème (CGPh) effectuée tout en continuant celle-ci, avant de fusionner pour à terme, reconnaître le mot et atteindre sa représentation phonologique. De plus, au-delà de jouer un rôle dans l'identification des mots, la mémoire de travail phonologique contribue à la compréhension de ce qui est lu (Baddeley, Logie, Nimmo-Smith & Brereton, 1985). Le lecteur maintient en mémoire les CGPh, les mots puis les phrases qui seront alors porteurs de sens. C'est pourquoi, on peut penser qu'un déficit en mémoire de travail en ce qui concerne le matériel verbal peut entraver sérieusement l'entrée dans la lecture (Siegel, 1994).

.1.3. Apprentissage normal du langage écrit

.1.3.1. Les deux voies de lecture de Coltheart et al., 2001

Coltheart et al. (2001) expliquent dans leur modèle à double voie de la lecture comment lors de cet apprentissage, les voies d'assemblage et d'adressage se développent successivement.

D'une part, la voie phonologique (sublexicale ou d'assemblage) permet de décoder les mots, via les règles de conversions graphème-phonème et d'ainsi pouvoir les lire. Suite à celles-ci, le stimulus passe par le système phonémique et l'apprenant lecteur peut produire oralement le mot. La voie d'assemblage permet donc de lire des mots nouveaux ou des pseudo-mots en passant par différentes unités de traitement.

D'autre part, la voie lexicale (orthographique ou d'adressage) permet à partir d'un stimulus écrit de reconnaître le mot en passant directement par le lexique orthographique et éventuellement par le système sémantique pour ensuite, pouvoir produire oralement le mot. La voie d'adressage permet en outre, de lire les mots réguliers qui sont familiers au lecteur et déjà

encodés dans le stock orthographique en mémoire à long terme, ainsi que les mots irréguliers et les homophones.

L'apprenti lecteur passe d'abord, par la voie d'assemblage afin d'identifier le mot qu'il n'a encore jamais ou très peu rencontré. C'est uniquement en déchiffrant plusieurs fois ce mot que celui-ci pourra encoder la forme orthographique dans son lexique mental et ainsi, l'identifier immédiatement lors de ses prochaines rencontres avec le mot.

De plus, selon Share (1995), la conversion grapho-phonémique est un mécanisme d'auto-apprentissage aidant l'apprenant lecteur à identifier de nouveaux mots ; ce qui permet une CGPh de plus en plus automatique et crée ainsi un lexique orthographique utile lors de rencontres ultérieures avec des items déjà décodés. Pour lui, le décodage phonologique des mots est indispensable à une acquisition correcte de la lecture. Share (1999) a expérimenté sa théorie d'auto-enseignement et les résultats lui ont été favorables.

.1.3.2. Le modèle à deux voies d'écriture (Roeltgen et Heilman, 1984)

Il existerait, comme pour la lecture, la présence de deux voies principales d'écriture distinctes l'une de l'autre.

Tout d'abord, la voie phonologique (d'assemblage ou non -lexicale) qui, comme en lecture, se baserait sur la connaissance des relations qui existent entre les phonèmes et les graphèmes pour écrire les mots. Elle se constituerait alors de trois étapes : la segmentation du mot entendu en unités phonémiques, un stade de conversion phono-graphémique ainsi qu'un temps d'assemblage graphémique permettant d'obtenir une séquence orthographique unie.

La voie lexicale (ou d'adressage), présente également en lecture, se caractériserait par l'activation de la graphie de l'item préalablement encodé en mémoire au sein du lexique orthographique. Elle n'est possible que pour des mots déjà rencontrés par le lecteur sinon, le recours à la voie phonologique est indispensable pour l'écriture du mot attendu.

.1.3.3. Mise en place des procédures de lecture et d'écriture chez le normo-lecteur

Tout d'abord, l'enfant utilise majoritairement sa voie phonologique, en début d'apprentissage de la lecture, même si sa voie lexicale se met en place dès la première rencontre avec un mot écrit (Sprenger-Charolles, Siegel, Béchennec & Serniclaes, 2003). Ensuite, le lexique orthographique interne deviendra au cours de cet apprentissage de plus en plus important et fidèle. Cela conduira l'enfant à utiliser préférentiellement la voie d'adressage pour lire des mots puisqu'elle requiert moins d'effort cognitif et qu'elle permet un gain de temps (Mahony, Singson & Mann, 2000). De plus, le lecteur expert maîtrisant parfaitement ces deux voies passe de l'une à l'autre selon certaines variables psycholinguistiques telles que la familiarité du mot, sa longueur ainsi que sa régularité (Catach, 1986). Chez celui-ci, les deux voies sont toujours employées et sont interdépendantes (Sprenger-Charolles & Colé, 2013).

La lecture et l'écriture sont interactives et entretiennent des relations bidirectionnelles (Shanahan, 2006). L'enseignement associé de la lecture et de l'écriture semble positif puisque ces deux compétences partagent des connaissances et sont au croisement des pratiques langagières les concernant (Shanahan, 2006). Les interactions entre la lecture et l'écriture

permettent un progrès en lecture et en production écrite chez les élèves, lorsque ces relations sont fonctionnelles et explicites (Reuter, 1995). Toutefois, Reuter (1995) souligne que le transfert des connaissances entre la production et la compréhension de textes n'est pas automatique en raison de leurs différences. C'est pourquoi, il est nécessaire de créer des situations d'enseignement de lecture et d'écriture permettant de faciliter le transfert de ces compétences (Delforce, 1994).

Les élèves bons en langage écrit perçoivent mieux les liens qui existent entre la lecture et l'écriture. C'est pourquoi, il semblerait intéressant de rendre plus conscients tous les apprenants de cette relation lecture-écriture (Giguère, Giasson & Simard, 2002).

.2. Les troubles spécifiques du langage écrit

Dans cette deuxième partie, nous définirons les troubles spécifiques du langage écrit (TSLE). Puis, nous aborderons les critères d'inclusion et d'exclusion qui aident à la pose de son diagnostic.

.2.1. Définition

Selon l'outil utilisé, les terminologies ne sont pas les mêmes. En effet, le DSM-5 (Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 2013), outil de consultation et de référence international, décrit les « troubles des apprentissages » comprenant les « troubles spécifiques du langage écrit » et la CIM-10 (Classification internationale des maladies, de l'Organisation Mondiale de la Santé) expose les « troubles spécifiques de la lecture » qui sont compris dans la section des « troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires ». Le DSM-5 donne les critères diagnostics des « troubles des apprentissages » et ajoute la catégorie « avec trouble de la lecture ». De plus, la CIM-10 donne une définition du « trouble spécifique de la lecture » (cf. Annexe 1).

Dans ce mémoire, nous utiliserons principalement le terme de « TSLE » en suivant la terminologie du DSM-V. Toutefois, il se peut que selon les études auxquelles nous faisons référence le terme de « dyslexie » apparaisse étant le terme communément employé en France, selon le rapport de la Haute Autorité de Santé datant de 2017.

2.2. Critères d'exclusion

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) utilise la notion de critères d'exclusion pour aider au diagnostic du TSLE. Celui-ci ne doit pas être consécutif à un retard global, ni à un handicap sensoriel, ni à un environnement défavorable (pédagogie inadaptée, niveau socioculturel insuffisant, diversité linguistique), ni à une forme de trouble mental avérée.

D'après ce critère, en ce qui concerne les troubles sensoriels, l'enfant ne doit pas avoir de troubles auditifs ayant entraîné un trouble spécifique du langage oral (TSLO) ou de troubles visuels (bilan ophtalmologique et/ ou orthoptique avant de poser un diagnostic de TSLE).

Les troubles neurologiques sont aussi proscrits, qu'ils soient congénitaux ou acquis. Ils nécessitent une consultation médicale avec anamnèse et examen clinique.

De plus, il exclut également la déficience intellectuelle comme elle est définie dans le DSM-4. Elle est facilement évaluable grâce aux échelles de Weschler qui permettent de réaliser un bilan normé et de situer l'enfant par rapport à sa tranche d'âge si les indices sont homogènes.

L'OMS préconise également pour ce diagnostic que l'enfant ait suivi une scolarité adaptée lui permettant un bon apprentissage. De plus, un niveau socio-économique faible constitue un risque de difficulté à l'entrée dans l'écrit (Billard et al., 2008).

Les troubles psychiatriques sont également à éliminer lorsqu'ils sont diagnostiqués (ex. Trouble de spectre autistique qui affecte la communication sociale et présente des modes comportementaux restreints et répétitifs, d'après le DSM-5) mais également les troubles psychopathologiques. Ceux-ci peuvent être internalisés (troubles de l'anxiété ou de l'humeur) mais aussi externalisés pouvant être détectés au moment de l'anamnèse ou grâce à un bilan psychologique.

2.3. Critères d'inclusion

D'après la CIM-10, afin de poser un diagnostic de trouble de la lecture, il faut la présence soit de l'un ou de l'autre des deux points suivants (INSERM, 2007) :

"1. La note obtenue à une épreuve standardisée d'exactitude ou de compréhension de la lecture se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et de l'intelligence générale de l'enfant ; l'évaluation des performances en lecture et du QI doit se faire avec des tests administrés individuellement et standardisés en fonction de la culture et du système scolaire de l'enfant.

2. Des antécédents de difficultés sévères en lecture, ou de résultats de tests ayant répondu au critère 1 à un âge antérieur ; en outre, le résultat obtenu à un test d'orthographe se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI."

.3. Présentation des études validant les effets d'un entraînement pour les TSLE

Nous verrons dans cette partie, tout d'abord, l'effet d'un enseignement intensif et celui d'un entraînement spécifique dans le cadre des TSLE. Ensuite, nous présenterons l'apport de la modalité haptique.

.3.1. Enseignement intensif versus entraînement spécifique

Un enseignement intensif de la lecture permet aux mauvais lecteurs de compenser leur retard et de normaliser leurs compétences en lecture. L'étude de Vellutino et al. (1996) suggère que les difficultés en lecture des enfants de classe moyenne sont majoritairement causées par des déficits d'expérience et d'instruction de ce domaine. Elle ajoute également qu'il existe un nombre important de ces enfants dont les difficultés en lecture résultent d'un déficit de codage phonologique correspondant aux mauvais lecteurs n'ayant pas compensé leur retard. C'est

pourquoi, on peut supposer que les enfants ayant un trouble spécifique de la lecture requièrent une prise en charge spécifique afin de pallier leurs difficultés.

Les méthodes d'entraînement spécifique au décodage phonémique présentent des résultats positifs sur les TSLE. En effet, qu'ils entraînent uniquement la conscience phonologique ou qu'ils travaillent les correspondances grapho-phonémiques, l'épellation et la transcription, ils présentent tous deux une efficacité significative. Les résultats de ces deux protocoles expérimentaux sont identiques et stables en ce qui concerne la lecture. Toutefois, la fluence en lecture reste inférieure à la norme (Torgesen et al., 2001).

Nous allons désormais vous présenter l'apport que peut avoir la modalité haptique au sein d'entraînements spécifiques chez les enfants en difficulté lors de l'apprentissage de la lecture.

.3.2. Apport d'une modalité haptique

Ofman et Shaevitz (1963) ont mis en évidence que les enfants ayant des difficultés en lecture sont plus enclins à apprendre des mots nouveaux lorsqu'ils ont bénéficié d'un « tracé multi-sensoriel » faisant intervenir la modalité visuo-auditivo-haptique versus ceux n'ayant reçu qu'un « tracé visuel » ou une « simple lecture » (modalité auditive et visuelle).

De plus, Gentaz, Colé et Bara (2003) ont avancé le fait que la modalité haptique contribuait à connecter les représentations phonologiques et visuelles des mots. En effet, ils ont mis en évidence qu'un entraînement haptique-visuel-auditif-métaphonologique améliorerait davantage le décodage, l'identification des lettres et l'analyse phonologique par rapport à un entraînement visuo-auditivo-métaphonologique.

.4. GraphoGame

Dans cette quatrième partie, nous présenterons l'application GraphoGame sur laquelle est basé ce mémoire, qui est à destination des apprenants lecteurs susceptibles de manifester des difficultés. Nous parlerons également de GraphoLearn qui est une version expérimentale du jeu. Puis, nous aborderons l'intérêt de la modalité haptique et de la motivation dans l'apprentissage.

.4.1. Présentation de GraphoGame

GraphoGame est un support informatisé finlandais (2010), adapté en anglais (2013) et plus récemment en français (2017). Il a été créé pour entraîner les compétences de base au décodage au travers de divers supports : phonèmes, syllabes, mots, phrases, rimes. Le logiciel fournit à l'enfant un stimulus auditif et le joueur doit alors lui faire correspondre une forme orthographique (Ruiz et al., 2017).

Ce logiciel informatique est utilisable sur tablette et il permet l'apprentissage des lettres; de leurs correspondances grapho-phonémiques et une progression vers les pseudo-mots tout en conservant une gradation de la difficulté. De plus, cette progression mise en place dans l'application française s'est basée sur les données de Manulex-Morpho issue de Manulex. Cette base de données a permis d'élaborer une progression en fonction de l'occurrence et de la

consistance des correspondances grapho-phonémiques et phono-graphémiques en français (Ruiz et al., 2017).

Il possède également un aspect métacognitif puisque lorsque l'enfant réussit, c'est-à-dire qu'il obtient plus de 75% de réussite, il peut passer au niveau supérieur. Cette fonction permet également aux enfants en difficulté de passer plus de temps et d'appréhender plus longuement ce qui leur pose problème. Le caractère répétitif de l'application a pour but de stabiliser ces correspondances bidirectionnelles entre les graphèmes et les phonèmes notamment, en entraînant la conscience phonologique de l'enfant (Ruiz et al., 2017).

L'enfant est totalement autonome dans l'utilisation de ce logiciel puisque celui-ci lui transmet des retours et s'adapte aux réussites/ échecs de l'enfant. En effet, le premier et le dernier niveau de chaque séquence du jeu constituent un pré-test et un post-test permettant de rendre compte de l'évolution de l'enfant. De plus, il est possible d'observer les items les plus échoués par l'enfant au sein d'une séquence puisqu'une icône y est dédiée.

Les versions finlandaise, anglaise et récemment française de GraphoGame ont montré des résultats positifs auprès d'enfants étant à risque de troubles spécifiques du langage écrit par rapport à un groupe contrôle soumis uniquement à une prise en charge classique basée sur la phonétique sans GraphoGame. La prise en charge classique du groupe contrôle comprenait des activités sur les liens entre la lecture, l'orthographe et la phonologie ; la segmentation ; le décodage et l'orthographe ainsi que la formation au vocabulaire (Saine, Lerkkanen, Ahonen, Tolvanen & Lyytinen, 2011 ; Kyle, Kujala, Richardson, Lyytinen & Goswami, 2013 ; Ruiz et al., 2017). Les résultats positifs de GraphoGame résultent d'un apport significatif de l'application en ce qui concerne le décodage et l'orthographe.

En dernier lieu, les enfants qui utilisent l'application à l'école s'engagent davantage dans le jeu et par conséquent, ont de meilleurs résultats que les autres. De plus, l'engagement des parents joue aussi un rôle important pour la motivation de l'enfant à s'investir dans l'application. En effet, ils encouragent leurs enfants à s'intéresser et à utiliser leurs capacités de lecture (Ojanen et al., 2015).

4.2. GraphoLearn & GraphoGame

Il existe deux versions du jeu. Tout d'abord, il y a GraphoGame (GG) que l'on a pu découvrir ci-dessus. C'est une version publique qui a été testée en 2016/2017 et qui est actuellement disponible sur GooglePlay et Apple Store.

Puis, GraphoLearn (GL), version expérimentale plus complète, est actuellement en test dans les écoles en 2018/2019, non disponible au grand public.

Dans cette seconde version, le principe du jeu est le même que dans GraphoGame, c'est-à-dire qu'il propose simultanément des phonèmes et des graphèmes, l'enfant doit choisir selon le son entendu quel graphème correspond parmi plusieurs propositions. S'il réussit, il passe à l'essai suivant ; cependant s'il échoue, les propositions incorrectes s'effacent, l'enfant entend de nouveau le phonème et doit choisir le bon graphème qui est le seul présenté à l'écran (Lassault & Ziegler, 2018). Le fait d'exposer simultanément, phonème et graphème, permet d'établir un lien systématique entre eux constituant la base du décodage qui est indispensable pour l'apprentissage de la lecture (Ziegler & Goswami, 2005).

Les premiers et derniers niveaux de chaque séquence sont des niveaux identiques qui permettent d'évaluer les progrès de l'enfant comme dans GraphoGame (niveaux de pré- et post-test) (Lassault & Ziegler, 2018). Ils ne sont réalisables qu'une seule fois. Pour tous les autres niveaux, si l'enfant obtient la note maximale (100% de réussite) ou 3 étoiles il ne pourra plus les refaire ultérieurement. De plus, pour passer au niveau supérieur il devra atteindre les 75% de réussite ou l'avoir échoué 5 fois, ce qui déverrouillera automatiquement le niveau suivant.

Les premières séquences de GraphoGame sont incluses dans GraphoLearn, ces deux versions fonctionnent globalement de la même manière même si GraphoLearn est beaucoup plus étendue (cf. Annexe 2, tirée du manuel d'utilisation GraphoGame- GraphoLearn dans le cadre du projet LEMON).

GraphoLearn est donc une version plus complète et approfondie de GraphoGame. Dans cette perspective, GraphoLearn intègre des notions plus complexes comme par exemple : les graphies contextuelles ; les mots irréguliers avec un pourcentage de consistance moindre ; jusqu'à des notions de grammaire de même que le genre, le nombre, le présent des verbes du premier groupe ou des verbes auxiliaires ; etc.

GraphoGame lui ne se limite qu'aux notions de base du décodage de la lecture avec des items constitués de structures syllabiques telles que CV-VC-CCV, etc. s'élevant au niveau des classes de CP et de CE1. Toutefois, il intègre également vers la fin de sa progression le genre, le nombre et les flexions verbales des verbes du premiers groupes.

Nous allons vous présenter dans la partie qui suit l'impact bénéfique que peuvent avoir les jeux vidéo comme outil lors de l'apprentissage de la lecture.

4.3. Effet des jeux vidéo sur l'apprentissage de la lecture

Franceschini et al. (2013) suggèrent dans leur étude que jouer à des jeux vidéo d'action améliore la vitesse de lecture. En effet, ils justifient cela par le fait que ces jeux vidéo augmentent l'attention des joueurs qui est elle-même, une base pour la lecture.

De plus, Wouters et al. (2013) indiquent que les jeux éducatifs étaient plus efficaces pour la rétention et l'apprentissage que des méthodes classiques d'enseignement mais qu'ils n'étaient, cependant pas forcément plus motivants. De plus, l'effet de ces jeux était majoré par le fait qu'il soit complété par d'autres méthodes d'instruction, comme un travail en groupe par exemple.

A cela, Ecalle, Kleinsz & Magnan (2013) ajoutent que chez les apprentis lecteurs en difficulté, l'apprentissage assisté par ordinateur via une formation grapho-syllabique avait un effet positif. En effet, la reconnaissance de mots silencieuse, la lecture de mots à voix haute ainsi que la compréhension en lecture progressaient chez les apprentis lecteurs qui en ont profité.

Hintikka, Ayo & Lyytinen (2006) ont mis en évidence que l'utilisation d'un support informatique pour renforcer les correspondances phonologique et orthographique a eu un effet bénéfique pour les enfants ayant une faible conscience phonologique et des difficultés d'attention.

Nous allons vous exposer à présent comme pour les jeux vidéo, l'impact que peut avoir la motivation lors de l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe ainsi que son rôle primordial.

4.4. La motivation

La motivation est définie par Vallerand et Thill (1993) telle que « le construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes produisant le déclenchement, la direction, l'intensité et la persistance du comportement ».

Poskiparta et al. (2003) ont mis en évidence dans leur étude que les premières difficultés d'apprentissage de la lecture et de l'orthographe provenaient d'une vulnérabilité motivationnelle et émotionnelle dans les situations d'apprentissage en contexte scolaire.

De plus, Butkowsky & Willows (1980) avaient déjà mis en évidence, via une analyse cognitivo-motivationnelle que les mauvais lecteurs présentaient une perception de soi plus faible que les bons lecteurs ; participant alors à un déficit de motivation et de performance pour les enfants présentant des difficultés. En effet, les mauvais lecteurs possédaient les stigmates d'une impuissance acquise et d'une faible estime d'eux.

La motivation participe grandement à la réussite d'un apprentissage comme l'ont soulignée les études citées ci-dessus.

Buts et objectifs

Il existe plusieurs études montrant un apport significatif lors de l'intégration de la modalité haptique dans l'entraînement d'enfants à risque de TSLE. Dans l'outil numérique GraphoGame qui a également révélé des résultats significatifs chez les apprenants lecteurs à risque de TSLE, la modalité haptique n'est présente que dans une part minoritaire du jeu. Le but de notre travail est de combler ce manque afin d'atteindre les 50% dans cette modalité en associant l'application GraphoGame et notre matériel. Cela aurait pour but de renforcer le lien entre les conversions graphème-phonème et phonème-graphème permettant ainsi d'optimiser les résultats de l'outil numérique GraphoGame.

Ce mémoire a plusieurs objectifs de travail. Tout d'abord, l'objectif premier était de réaliser une analyse linguistique du jeu GraphoGame. Pour ce faire, nous avons dû manipuler l'application par le biais d'un téléphone, afin de recenser tous les items faisant partie de la progression de GraphoGame. Suite à cela, un tableau récapitulatif a été créé permettant d'en extraire les critères linguistiques à analyser. Ce tableau a permis également de mettre en évidence le pourcentage d'haptique présent dans les différentes séquences de GraphoGame ; où nous devrions par la suite, proposer des items avec cette modalité.

Le deuxième objectif de ce mémoire était d'introduire la modalité haptique à 50% dans les séquences du jeu GraphoGame où ce taux n'était pas encore atteint. Les items proposés en modalité haptique ont été définis en se basant sur Manulex-morpho mais également en suivant la progression de l'outil numérique GraphoGame.

Nous avons formulé plusieurs hypothèses concernant l'analyse linguistique de la progression de GraphoGame. En effet, nous supposons retrouver les mêmes résultats que Sprenger-Charolles (2017) qui soulignait l'importance dans la fréquence et de la consistance des conversions graphème-phonème des items sélectionnés. De plus, nous conjecturons que la complexité des graphies utilisées était croissante au sein de la progression du jeu.

Méthode

.1. Matériel

En premier lieu, afin de pouvoir réaliser l'analyse linguistique, il nous a fallu manipuler le jeu GraphoGame. En effet, par le biais d'un téléphone, il a été possible de télécharger et d'utiliser l'application. Ceci a permis d'extraire les items de chaque séquence disponible du jeu GraphoGame nécessaire aux différentes analyses. Suite à cela, un tableau récapitulatif (via Excel) a été réalisé permettant d'analyser et de comparer chaque séquence et sous-niveau. De plus, ce tableau nous a également permis d'extraire les différents critères sur lesquels va s'appuyer l'analyse linguistique du jeu.

En second lieu, Manulex-Morpho, base de données créée à partir des manuels scolaires français du primaire, prenant en compte les codes morphologiques des suites orthographiques et phonologiques, a été indispensable (Peereman, Sprenger-Charolles & Messaoud-Galusi, 2013). En effet, elle a permis d'extraire la consistance ainsi que la fréquence des items présents dans l'outil numérique GraphoGame. De plus, c'est sur celle-ci que nous nous sommes basés afin de proposer à notre tour des items avec la modalité haptique, étant fidèles à la progression choisie par GraphoGame.

.2. Population

Le travail que nous effectuons dans ce mémoire est basé sur l'outil numérique GraphoGame. Pour cette raison, il nous a semblé logique de destiner notre matériel haptique à la même population que l'application GraphoGame. Celle-ci a obtenu des résultats positifs significatifs chez des enfants scolarisés en classe de CP et de CE1, étant à risque de dyslexie (Ruiz et al., 2017). La population visée par ce mémoire est donc constituée d'élèves entrant dans la lecture (CP-CE1) et présentant des difficultés lors de cet apprentissage.

.3. Procédure

Il est intéressant dans ce mémoire d'envisager d'introduire une exploration haptique dans le jeu GraphoGame qui est composé majoritairement des modalités visuelle et auditive dans certaines séquences. En effet, elle renforcerait davantage le lien phonologique et orthographique des items rencontrés en les touchant et en les manipulant pour que l'apprenant lecteur puisse mieux se les représenter.

Nous allons, désormais, vous présenter la procédure que nous avons utilisée pour chaque analyse. Nous vous justifierons également le choix des critères que nous avons retenus pour chacune d'elles.

.3.1. Procédure de l'analyse phonétique

Pour réaliser l'analyse phonétique concernant les voyelles et les consonnes, nous nous sommes basés sur le livre de Canault (2017) afin d'en extraire des critères pertinents. Selon cet ouvrage, parmi les différents traits articulatoires qui existent, seulement 4 suffisent à décrire les différentes voyelles du français. Les quatre traits retenus sont : le lieu d'articulation, l'aperture, la nasalité et la labialité. Ce sont donc eux que nous avons fait apparaître dans notre tableau (Tableau 1).

En ce qui concerne les consonnes, nous nous sommes référés au même ouvrage (Canault, 2017). Celui-ci retient de nouveau quatre traits afin de distinguer convenablement les différentes consonnes appartenant à la langue française. Cependant, ils diffèrent de ceux retenus pour les voyelles. En effet pour les différentes consonnes, nous prendrons en compte : le voisement, la nasalité, le lieu articulatoire et le mode articulatoire. Le tableau présenté dans les résultats reprend donc ces différents traits afin d'analyser les consonnes apparaissant dans les différentes séquences (Tableau 2).

Pour réaliser l'analyse linguistique, nous avons donc étudié avec les critères retenus ci-dessus les divers items relevés dans les séquences composant le jeu GraphoGame.

.3.2. Procédure de l'analyse des graphies

Pour réaliser l'analyse des graphies, nous avons extrait les critères suivants : la consistance, la complexité ainsi que la dépendance des graphèmes à leur contexte d'utilisation (Pérez, 2014).

Pérez (2014) définit la consistance comme « le caractère du lien que les phonèmes partagent avec les graphèmes ». Cela signifie que lorsqu'un phonème ne peut être transcrit que par un seul graphème, on dit qu'il entretient une correspondance consistante et dans le cas contraire, elle est inconsistante. En production orthographique française, la consistance et la régularité entretiennent une relation forte ; c'est pourquoi elles se confondent. En partant de cela, un mot régulier est dit consistant et à l'inverse, un mot irrégulier est dit inconsistant (Bonin, Collay, Fayol & Méot, 2005).

En ce qui concerne la complexité graphémique, toujours d'après Pérez (2014), elle est caractérisée par le nombre de lettres qui constituent un graphème. En effet, un graphème simple est composé d'une seule lettre (ex. l, p) et un graphème complexe peut être constitué de deux ou trois lettres (ex. eau ; eu ; ou).

Pérez (2014) met également en évidence que la correspondance graphème-phonème (CGPh) peut également dépendre du contexte d'utilisation des graphèmes. En effet, on distingue les graphèmes acontextuels qui sont indépendants du contexte et se lisent toujours de la même manière (ex : p ; l), des graphèmes contextuels dépendants de l'environnement dans lequel on les insère (ex : g ; c) et dont la lecture dépend de celui-ci (Mousty & Leybaert, 1999).

De plus, Sprenger-Charolles (2017) ajoute l'importance de la fréquence et souligne le rôle de la consistance des CGPh lors de l'apprentissage de la lecture passant par le décodage. Elle fournit dans son article, un tableau reprenant les correspondances graphème-phonème les plus fréquentes ainsi que leur consistance. Celui-ci étant basé sur les données extraites de Manulex-Morpho (cf. Annexe 3).

L'analyse des graphies du jeu GraphoGame a donc pris en considération leur pourcentage de consistance, leur fréquence (fréquence par million de mots pondérée par la dispersion des mots dans les manuels scolaires), leur dépendance au contexte dans lequel elles sont employées ainsi que leur complexité. Nous avons par la suite comparé les différents items recensés dans chaque séquence par rapport aux divers critères retenus.

.3.3. Procédure de l'analyse du type de stimuli

Lors de l'analyse du type de stimuli présents dans les séquences de GraphoGame, nous avons différencié les pseudo-mots, les mots ainsi que les phrases. Pour ce faire, nous nous sommes référés au dictionnaire le « Grand Robert de la langue française ». En effet, Corbin (1997) indique que « un mot existant est un mot répertorié dans l'un ou l'autre des grands dictionnaires actuels de référence, à savoir, pour l'essentiel, le Grand Robert de la langue française (GRLF) et le Trésor de la langue française (TLF) ». Ainsi, tous les items ayant une signification dans le dictionnaire le Grand Robert ont été considérés comme « mot ». Dans le cas contraire, tout item n'ayant pas de correspondance dans le dictionnaire a été classé en tant que pseudo-mot.

En ce qui concerne la phrase, nous avons répertorié dans cette catégorie lors de l'analyse contenant les stimuli, les items étant constitués de deux mots ou plus. En effet, ils correspondent à un constituant majeur de la phrase (par ex. « le feu » étant un syntagme nominal) comme le suggèrent Dubois et Irigaray (1966) puisque selon eux, la phrase minimale est composée d'un syntagme nominal et d'un syntagme verbal. De plus, les items recensés dans cette catégorie peuvent également correspondre à une phrase complète pouvant être définie de deux manières. En effet, Arrivé, Gadet et Galmiche (1986) proposent une définition empirique se basant sur des critères purement orthographiques ; c'est-à-dire la majuscule et le point qui délimitent toute phrase à l'écrit. De plus, Gardiner (2016) apporte une définition se basant sur son sens en ces termes : « signe-son articulé dont la fonction est de représenter l'intentionnalité du locuteur face à l'auditeur ». Il entend par cette citation que la phrase est capable de porter l'énoncé complet d'une proposition, c'est-à-dire un sens complet pour l'interlocuteur. Les phrases porteuses de ponctuation sont plus présentes vers la fin du jeu alors que celles uniquement porteuses de sens sont présentes bien avant. Effectivement, la ponctuation est introduite dans la séquence 2.6.b et n'est pas présente dans la séquence 3 mais revient dans la séquence 4.1.

Les pourcentages relatifs aux pseudo-mots, mots et phrases correspondent au nombre d'items se recoupant dans chaque catégorie par rapport au nombre total d'items dans chaque sous-séquence et séquence.

.3.3.1. Procédure de l'analyse des pseudo-mots

Le recensement des pseudo-mots s'est fait comme cité précédemment, en se référant au dictionnaire le « Grand Robert de la langue française ». Lorsque nous avons une liste exhaustive de ces items par séquence, nous avons analysé leur structure syllabique. En effet, nous avons relevé s'ils étaient composés d'une consonne, d'une voyelle ou de la structure consonne-voyelle ainsi que voyelle-consonne. Nous avons considéré en tant que consonnes de la langue française les phonèmes suivants : [p ; t ; k ; b ; d ; g ; f ; s ; v ; z ; ʒ ; l ; m ; n ; ŋ ; r ; ʁ ; ʝ ; j ; w ; ɥ] en se basant sur le tableau articulatoire des consonnes du français de Canault (2017). De plus, toujours en s'appuyant sur l'ouvrage de Canault (2017), nous avons répertorié les voyelles de la langue française suivantes : [i ; e ; ε ; a ; α ; ɔ ; o ; u ; y ; ə ; œ ; ø ; ě ; ã ; õ ; œ̃]. Ce recensement des voyelles et des consonnes sera également valable pour toute autre analyse s'y référant.

Canault (2017) définit la syllabe comme « une unité intermédiaire entre le son et le mot ». Toujours selon l'auteur, la syllabe est constituée au minimum d'une voyelle et peut être accompagnée d'une ou de plusieurs consonnes mais se prononçant avec une seule émission de voix. A cela, Canault (2017) ajoute concernant la syllabe qu'elle constituerait une « unité perceptive parce qu'elle jouerait un rôle déterminant dans le processus de segmentation de la chaîne parlée ».

Concernant la complexité de la structure syllabique, Giasson (1995) définit les différentes structures des syllabes telles que : la syllabe simple CV (consonne- voyelle), la syllabe inverse VC et les syllabes complexes CCV, CVC et CCVC. Canault (2017) va plus loin en les classant par degré de complexité croissant : V, VC, VCC, VCCC, CV, CVC, CVCC, CVCCC, CVCCCC, CCV, CCVC, CCVCC, CCVCCC, CCCV, CCCVC, CCCVCC. En effet selon elle, la complexité des structures syllabiques est dépendante de la complexité des groupes consonantiques apparaissant en position d'attaque et de coda. De surcroît, Léon (1992) présente les structures syllabiques les plus fréquentes telles que : CV, CVC, CCV, VC qui constituent environ 80% des structures employées dans la langue française. Cette définition de la complexité des syllabes sera valable pour toute autre analyse y faisant référence.

.3.3.2. Procédure de l'analyse des mots

Le recensement des mots s'est également fait en se rapportant au dictionnaire le « Grand Robert de la langue française ». Lorsqu'il y avait une correspondance, l'item était considéré comme un mot. Nous nous sommes également intéressés à la complexité de la structure syllabique définie dans la sous-partie précédente.

En ce qui concerne le nombre de syllabes, nous avons pris le parti de compter oralement les syllabes. En effet, Canault (2017) indique concernant la syllabe qu'elle constituerait une « unité perceptive parce qu'elle jouerait un rôle déterminant dans le processus de segmentation de la chaîne parlée ». De plus, Bosse (2004) ajoute que la conscience phonémique n'est pas innée et qu'elle requiert un travail de l'apprenant. Lorsque l'enfant entre dans l'apprentissage de la lecture, notamment en classe préparatoire (CP), il devra être capable de discriminer les mots en sons. C'est pourquoi, il est souvent nécessaire selon Bosse (2004) de faire un rappel sur le travail de la syllabe orale (par exemple en tapant dans les mains) lors du début d'année

du CP. De ce fait, il nous a paru plus pertinent de comptabiliser le nombre de syllabes à l'oral et non à l'écrit afin de créer un continuum avec l'école.

Précédemment, nous avons pu voir que les mots réguliers étaient consistants et que les mots irréguliers étaient considérés comme inconsistants. La consistance phonographémique et par la même occasion, la régularité des mots ont un impact sur la production orthographique (Lété, 2008 ; Ziegler, Jacobs & Stone, 1996). Leur influence peut altérer aussi bien le temps, la précision, les latences d'initialisation ainsi que les fixations oculaires lors du processus d'écriture (Bonin & Méot, 2002 ; Bonin, Peereman & Fayol, 2001 ; Kandel, Valdois & Orliaguet, 2003 ; Lambert, Alamargot, Larocque & Caporossi, 2011 ; Lété, Peereman & Fayol, 2008 ; Martinet & Valdois, 1999). De plus, selon l'étude de Mousty et Leybaert (1999), les correspondances graphème-phonème consistantes sont acquises avant celles considérées comme inconsistantes chez des enfants de 2^{ème} et 4^{ème} année d'école élémentaire.

Nous avons donc relevé le pourcentage d'apparition de mots réguliers et irréguliers. Celui-ci a été obtenu en comptabilisant tous les mots réguliers et irréguliers de chaque séquence par rapport au nombre total de mots apparaissant dans ces séquences. A cela, nous avons ajouté le pourcentage de consistance puisque deux mots réguliers ou irréguliers peuvent avoir des degrés de consistance différents. Le pourcentage de consistance mais également la fréquence des mots ont été extraits de Manulex-Morpho étant la base de données utilisée lors de la création du jeu GraphoGame (Ruiz et al., 2017). Quatre fichiers (.zip Excel) donnant la fréquence et la consistance des mots de la phrase sont disponibles sur le site Manulex-Morpho (Peereman, Sprenger-Charolles & Messaoud-Galusi, 2013), du LPNC (Laboratoire de Psychologie et de NeuroCognition).

Nous avons fait le choix de nous baser sur le fichier prenant en compte les deux critères suivants : l'indice « U » de fréquence correspondant à la fréquence des mots dans les manuels scolaires du corpus par million de mots ainsi que la distinction de certaines voyelles (ex. [ɔ] et [o]). Ce choix a été motivé par le fait que notre population est définie par une population d'enfants en CP-CE1 (Ruiz et al., 2017) et que la distinction de ces voyelles est présente dans le jeu GraphoGame.

.3.3.3. Procédure de l'analyse des phrases

Afin de réaliser l'analyse des phrases, nous nous sommes uniquement intéressés à la nature et au nombre de mots. En ce qui concerne le nombre des mots, nous avons comptabilisé pour chaque phrase ou constituant de phrase, le nombre de mots qui les composait. Nous avons fait le choix de faire intervenir la nature des mots ici et non pas dans l'analyse des mots puisqu'il existe la dérivation impropre concernant certains items présents dans GraphoGame. Guillet (1971) explique que celle-ci consiste à « faire changer un élément de catégorie morphosyntaxique sans altérer sa forme morphologique ». En d'autres termes, la nature d'un mot ne change pas mais un mot, une même forme morphologique peut avoir plusieurs natures (ex. le chat ; il le mange). Pour être le plus objectif possible, nous avons pris le parti d'analyser la nature des mots présents dans les séquences de GraphoGame en contexte, c'est-à-dire au sein de la phrase.

.3.4. Procédure de l'analyse de la présence de la modalité haptique

Gentaz, Colé et Bara (2003) définissent la modalité haptique manuelle telle qu'une perception volontaire et active passant par la main, c'est-à-dire qu'elle a une fonction perceptive très importante. C'est pourquoi, nous avons considéré comme items faisant partie de la modalité haptique tous ceux où l'enfant devait sélectionner de lui-même dans l'ordre, les mots constituant les phrases ou les phonèmes constituant les mots présentés. Cela exclut donc les items où l'enfant devait uniquement sélectionner les graphèmes correspondants au stimulus auditif entendu (ou phonème).

Les pourcentages ont été obtenus en comptabilisant tous les items relevant de la modalité haptique par rapport à l'ensemble des items présentés dans les différentes séquences. Nous avons pris le parti de regrouper certaines sous-séquences puisqu'elles reprennent la séquence précédente mais en y intégrant la formation de mots ou de phrases.

.3.5. Création du matériel en modalité haptique

Le mémoire que nous effectuons est basé sur l'outil numérique GraphoGame. Celui-ci a pour but de renforcer les correspondances graphème-phonème. Il nous a donc semblé logique de poursuivre ce renforcement tout en se basant sur leur progression. Notre but était d'atteindre 50% de modalité haptique lorsque notre matériel se combine à l'application GraphoGame.

Nous nous sommes donc concentrés sur les séquences où le pourcentage de modalité haptique était le plus faible afin de proposer un matériel complémentaire. Le nombre d'items proposés dans notre matériel dépend du pourcentage de modalité haptique déjà présent dans la séquence. En effet, notre but étant d'équilibrer la modalité visuelle-auditive et la modalité visuo-auditivo-haptique, nous avons fait en sorte que le nombre d'items présentés soit similaire ou supérieur en modalité haptique. Notre matériel est présenté dans les annexes (cf. Annexe 4). Pour le confectionner, nous avons extrait des items du jeu GraphoGame et de la base de données Manulex-Morpho afin de suivre la progression du jeu. Suite à cela, nous les avons tirés au sort afin de constituer nos listes de façon complètement aléatoires.

Résultats

Les séquences 3.1 et 3.1.a ainsi que 3.2 et 3.2.a seront systématiquement regroupées dans les différentes analyses qui vont suivre, dans la mesure où elles sont identiques. En effet, les mêmes items sont utilisés mais l'apparition des séquences diffère. Ainsi, les séquences 3.1 et 3.2 surviennent entre les séquences 2.2.c et 2.3 alors que les séquences 3.1.a et 3.2.a succèdent à la séquence 2.6.b. Les séquences obtenant les mêmes résultats ont été volontairement regroupées lorsqu'elles se succèdent pour une meilleure lisibilité des résultats.

De plus, lorsque les items n'apparaissent pas dans les séquences notamment en ce qui concerne les pseudo-mots et les phrases, nous ne faisons pas apparaître ces séquences lors de leur analyse.

1. Analyse phonétique

Le tableau ci-dessous présente les différents critères retenus pour analyser les voyelles, c'est-à-dire les traits articulatoires suivants : le lieu d'articulation, l'aperture, la nasalité et la labialité.

Voyelles											
Séquences	Voyelles présentes	Lieu d'articulation		Aperture				Nasalité		Labialité	
		Antérieur	Postérieur	Ouverte	Semi-ouverte	Fermée	Semi-fermée	Orale	Nasale	Arrondie	Non-arrondie ou écartée
1.1 à 3.2.a	a-ɑ-i-ɨ-o-y-e-ɛ-œ-ə-ø-u										
4.1 à 4.1.c	a-ɑ-i-ɨ-o-y-e-ɛ-œ-ə-ø-u-ũ-õ										
4.2 à 4.2.c	a-ɑ-i-ɨ-o-y-e-ɛ-œ-ə-ø-u-ũ-õ-ξ-œ										
5.1 et 5.2	a-ɑ-i-ɨ-o-y-e-ɛ-œ-ə-ø-u-ũ-õ										

Tableau 1. Analyse phonétique des différentes voyelles.

Le tableau ci-dessous présente les différents critères retenus pour analyser les consonnes, c'est-à-dire les traits articulatoires suivants : le voisement, la nasalité, le lieu articulatoire et le mode articulatoire.

Consonnes																								
Séquences	Consonnes présentes	Occlusives												Fricatives						Vibrantes	Approximantes			Latérales
		Orales sourdes			Orales sonores			Nasales sonores			Orales sourdes			Orales sonores			Orales sonores	Orales sonores			Orales sonores			
		B	A	V	B	A	V	B	A	P	V	LD	A	PP	LD	A	PP	U	P	LP	LV	A		
1.1 et 1.2	ʒ-f-l-ʁ																							
1.3 à 1.8	ʒ-f-l-ʁ-s																							
2.1 à 2.1.c	ʒ-f-l-ʁ-s-p-m-d-v																							
2.2 à 3.1.a	ʒ-f-l-ʁ-s-p-m-d-v-b-n-t-ʃ																							
3.2 et 3.2.a	ʒ-f-s-p-m-d-v-b-n-t-ʃ																							
4.1 à 5.2	ʒ-f-l-ʁ-s-p-m-d-v-b-n-t-ʃ																							

Tableau 2 : Analyse phonétique des différentes consonnes.

Abréviations présentes dans le tableau concernant le lieu d'articulation des phonèmes :

B = Bilabial

A = Alvéolaire

P = Palatal

LD = Labiodental

PP = Pré-palatal

V = Vélaire

U = Uvulaire

LP = Labio-palatal

LV = Labio-vélaire

.2. Analyse des graphies

Le tableau ci-dessous présente les différents critères retenus pour analyser les graphies et correspondances graphème-phonème. Ceux-ci sont les suivants : le pourcentage de consistance, la fréquence des correspondances graphème-phonème, la dépendance au contexte ainsi que la complexité.

Les graphies présentent selon les séquences du jeu :

- 1.1 et 1.2 : a-i-o-u-é-eu-ou-e-j-f-l-r
- 1.3 à 1.8 : ajout du « s » en début de mot, ajout à la séquence 1.6 des lettres muettes finales
- 2.1 à 2.1.c : ajout de p-m-d-v
- 2.2 à 3.1.a : ajout de b-n-t-ch
- 3.2 à 3.2.a : absence de l-r
- 4.1 à 4.1.c : ajout de an-on
- 4.2 à 4.2.c : ajout de in-un
- 5.1 à 5.2 : absence de in-un

Caractéristiques des graphies						
Séquences	Simple	Complexes	Contextuelles	Acontextuelles	Intervalle de fréquence des CGPh	Intervalle de consistance des CGPh (%)
1.1 à 1.2					V : $23,315 \leq f \leq 218,004$ C : $16,507 \leq f \leq 171,890$	V : $79,2 \leq c \leq 100$ C : $99,2 \leq c \leq 99,9$
1.3 à 1.5					V : $23,315 \leq f \leq 218,004$ C : $16,507 \leq f \leq 171,890$	V : $79,2 \leq c \leq 100$ C : $99,2 \leq c \leq 100$
1.6 à 5.2					V : $8,257 \leq f \leq 218,004$ C : $16,507 \leq f \leq 171,890$	V : $3,6 \leq c \leq 100$ C : $27 \leq c \leq 100$

Tableau 3 : Analyse des graphies.

.3. Analyse du type de stimuli

Le tableau ci-dessous présente les différents types de stimuli présents dans le jeu GraphoGame ainsi que le pourcentage qu'il représente dans les différentes séquences.

Type de stimuli			
Séquences	Pseudo-mots	Mots	Phrases
1.1	45.45%	47.73%	6.82%
1.2	37.12%	59.79%	3.09%
1.3	13%	84%	3%
1.4	26.8%	70.1%	3.09%
1.5	13%	83%	4%
1.6	1.03%	92.63%	6.31%
1.7		100%	
1.8		35.29%	64.71%
2.1	0.93%	95.33%	3.74%

2.1.a		95.83%	4.17%
2.1.b		100%	
2.1.c		26.67%	73.33%
2.2	8.49%	86.79%	4.72%
2.2.a		97.67%	4.65%
2.2.b		100%	
2.2.c		26.67%	73.33%
2.3	0.9%	93.64%	5.45%
2.4		93.62%	6.38%
2.5		93%	7%
2.5.a		100%	
2.5.b		36.67%	66.67%
2.6		91.2%	8.8%
2.6.a		84.62%	15.38%
2.6.b		25%	75%
3.1 et 3.1.a	58.99%	41.11%	
3.2 et 3.2.a		89.66%	10.34%
4.1		94.07%	5.93%
4.1.a		94.50%	5.5%
4.1.b		70.97%	29.03%
4.1.c		22.39%	77.61%
4.2		90.38%	9.62%
4.2.a		94.51%	5.49%
4.2.b		40%	60%
4.2.c		15.94%	84.06%
5.1		93.67%	6.33%
5.2		91.18%	8.82%

Tableau 4 : Analyse du type de stimuli.

.3.1. Caractéristiques des pseudo-mots

Le tableau ci-dessous présente la structure syllabique des pseudo-mots, étant le seul critère retenu. Nous n'avons repris ici que les séquences où ils apparaissaient.

Pseudo-mots				
Séquences	Structure			
	Consonnes (C)	Voyelles (V)	CV	VC
1.1/ 1.2/ 1.3/ 1.4				
1.5/ 1.6/ 2.1/ 2.2/ 2.3				
3.1 et 3.1.a				

Tableau 5 : Analyse de la structure syllabique des pseudo-mots.

.3.2. Caractéristiques des mots

Le tableau ci-dessous présente les différents critères retenus pour analyser les mots ; ceux-ci sont les suivants : la structure syllabique, le nombre de syllabes, le pourcentage de mots réguliers par séquence, la moyenne de la fréquence (fréquence par million de mots pondérée par la dispersion des mots dans les manuels scolaires) et la moyenne du pourcentage de consistance des mots.

Mots														
Séquences	Structure syllabique						Nombre des syllabes				Régularité		Fréquence (moyenne)	Consistance (moyenne %)
	V	CV	VC	CVC	CCV	CCVC	1	2	3	4	REG	IRR		
1.1											100%	0%	5840	92
1.2											100%	0%	6370	92
1.3											100%	0%	4767	92
1.4											100%	0%	5064	91
1.5											100%	0%	5534	92
1.6											84%	16%	2285	89
1.7											84%	16%	1514	90
1.8											56%	44%	2886	90
2.1											92%	8%	3902	91
2.1.a											77%	23%	1854	91
2.1.b											79%	21%	502	90
2.1.c											74%	26%	4601	89
2.2											91%	9%	2909	87
2.2.a											81%	19%	3289	89
2.2.b											78%	22%	290	91
2.2.c											73%	27%	4297	88
2.3											92%	8%	2057	89
2.4											93%	7%	2976	91
2.5											93%	7%	3260	89
2.5.a											92%	8%	569	95
2.5.b											64%	36%	3799	85
2.6											69%	30%	2995	88
2.6.a											82%	18%	2703	90
2.6.b											51%	49%	3287	85
3.1 ; 3.1.a											100%	0%	1579	90
3.2 ; 3.2.a											57%	43%	2703	93
4.1											80%	20%	2544	92
4.1.a											66%	34%	2634	92
4.1.b											37%	63%	1414	94
4.1.c											53%	47%	2021	90
4.2											90%	10%	2329	91
4.2.a											91%	9%	2448	90
4.2.b											75%	25%	2143	90
4.2.c											65%	35%	3534	87
5.1											78%	22%	2559	86
5.2											66%	34%	1139	87

Tableau 6 : Analyse de la caractéristique des mots.

.3.3. Caractéristiques des phrases

Le tableau ci-dessous présente les deux critères retenus pour analyser les phrases : la nature des mots qui les composent et leur nombre. En effet, nous faisons uniquement apparaître les séquences ayant des phrases qui leurs sont intégrées.

Phrases																			
Séquences	Nature des mots								Nombre de mots qu'elles comportent										
	D	N	Adj	V	Pro	Pré	Adv	CC	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.1 à 1.3																			
1.4																			
1.5																			
1.6																			
1.8																			
2.1																			
2.1.a																			
2.1.c																			
2.2																			
2.2.a																			
2.2.c																			
2.3																			
2.4																			
2.5																			
2.5.b																			
2.6																			
2.6.a																			
2.6.b																			
3.2 ;3.2.a																			
4.1																			
4.1.a																			
4.1.b																			
4.1.c																			
4.2																			
4.2.a																			
4.2.b																			
4.2.c																			
5.1																			
5.2																			

Tableau 7 : Analyse des caractéristiques des phrases.

.4. Analyse de la modalité haptique

Selon les différentes séquences, le tableau ci-dessous présente le pourcentage des items avec et sans modalité haptique. Les pourcentages supérieurs à 50% en modalité haptique sont colorés en vert et à l'inverse, ceux inférieurs à 50% sont indiqués en rouge. Celui-ci présente également le pourcentage de modalité haptique dans chaque grande séquence. Nous avons fait le choix de regrouper certaines séquences dans la mesure où elles comprenaient une répétition de la ou des séquences précédentes avec l'ajout de la modalité haptique.

Haptique			
Séquences	% des items avec haptique	% des items sans haptique	Total de la modalité haptique par séquence
1.1 et 1.2	10%	90%	Séquence 1 19% HAPTIQUE
1.3 et 1.4	7%	93%	
1.5	10%	90%	
1.6	9%	91%	
1.7	68%	32%	
1.8	65%	35%	Séquence 2 31% HAPTIQUE
2.1 à 2.1.c	31%	69%	
2.2 à 2.2.c	32%	68%	
2.3	11%	89%	
2.4 à 2.5.b	31%	69%	
2.6 à 2.6.b	39%	61%	Séquence 3 14% HAPTIQUE
3.1 et 3.1.a	16%	84%	
3.2 et 3.2.a	10%	90%	Séquence 4 34% HAPTIQUE
4.1 à 4.1.c	30%	70%	
4.2 à 4.2.c	39%	61%	Séquence 5 10% HAPTIQUE
5.1	6%	94%	
5.2	15%	85%	

Tableau 8 : Analyse du pourcentage de la modalité haptique dans chaque séquence.

.5. Propositions d'exercices en modalité haptique

Au vu des résultats mis en évidence précédemment, nous avons proposé un matériel en modalité haptique se basant sur la progression du jeu GraphoGame. Le but était d'obtenir un pourcentage de 50% ou plus dans la modalité haptique. La globalité des items sont extraits du jeu GraphoGame ou de la base de données Manulex-Morpho et sont repris dans plusieurs séquences proposées. Ce choix est basé sur l'existence d'un effet de fréquence en écriture, notamment sur les mots réguliers mis en évidence par Sprenger-Charolles (1992).

L'objectif de chaque séquence ou groupe de séquences est indiqué lors de la présentation du matériel. On peut observer une progression de la complexité des objectifs au fur et à mesure des séquences.

Pour créer les items, nous nous sommes basés sur l'analyse linguistique afin d'extraire les critères pertinents à l'élaboration de notre matériel. Les critères de sélection des items sont également présentés, ils peuvent différer d'une séquence à l'autre. Toutefois, la moyenne de la fréquence et le pourcentage de consistance des CGPh et CPhG ainsi que la non-dépendance des graphies au contexte d'utilisation sont des critères qui reviennent systématiquement dans chaque séquence proposée.

Pour la mise en application de notre matériel, nous avons pensé à proposer un matériel simple et facilement accessible à tout professionnel désirant l'utiliser. Pour cette raison, le matériel nécessaire à chaque séquence est constitué de lettres de Scrabble et d'une ardoise magique sur laquelle l'enfant peut écrire avec les doigts. A la fin de la proposition de notre matériel en modalité haptique, les graphèmes ainsi que les mots nécessaires à la réalisation des séquences sont disponibles et prêts à être imprimés et plastifiés si l'orthophoniste ne possède aucun matériel adapté à l'utilisation de notre outil.

Les consignes données à l'enfant sont relativement les mêmes d'une séquence à l'autre pour une meilleure compréhension de celles-ci et sont facultatives. Le professionnel peut

adapter les consignes aux difficultés de son patient. Il existe également des recommandations et des indications particulières à destination du professionnel pour utiliser au mieux le matériel ou proposer quelques alternatives ainsi que des notes préalables sur la première page du matériel.

Vous trouverez ci-dessous la présentation de la séquence 1.1 et 1.2 à titre d'exemple du matériel en modalité haptique, consultable en annexe (cf. Annexe 4).

1.1 et 1.2

Objectif : Mots monosyllabiques CV avec les voyelles (a-i-o-u-é-eu-ou-e) et consonnes (j-f-l-r).

Critères de sélection des items : non-nasalisation des voyelles ; moyenne de la fréquence ; pourcentage de consistance des CGPh et CPhG ; mode articuloire (constrictives uniquement) pour les consonnes et dépendance au contexte des graphies (uniquement des graphies acontextuelles).

Matériel : Ardoise magique, jetons (récompense), étiquettes mots et lettres du Scrabble.

Graphèmes présents : a/ i/ o/ u/ é/ eu/ ou/ e/ j/ f/ l/ r.

Mots : le/ feu/ jeu/ fou.

Recommandations : Items à répéter 2 fois après la séquence 1.1 et 1 fois après la séquence 1.2.

Consignes : « *Je vais te donner des sons, des petits mots et des petits morceaux de phrases que tu as déjà vus dans le jeu GraphoGame ou que tu es capable d'écrire et tu devras les écrire le mieux possible. Pour cela, tu utiliseras d'abord les lettre du Scrabble ; une fois terminé, tu pourras écrire le son, le mot ou la phrase avec ton doigt sur l'ardoise magique.* »

Indications particulières :

Proposer les mots déjà constitués à l'enfant lors des items relevant des phrases.

Proposer les graphies complexes (composées de deux lettres ou plus) déjà formées à l'enfant.

Items proposés	
Sons et mots	ja/ fi/ lo/ a/ li/ rou/ feu/ jo/ é/ ro/ la/ ji/ fa/ ju/ u/ ri/ lou/ je/ i/ fou/ ru/ o/ fé/ jeu/ fu/ reu/ lé/ fa/ le/ fo/ ou/ fe/ jé/ e/ jou/ lu/ eu
Phrases	le-feu/ le-fou/ le-jeu

Discussion

.1. Interprétation des résultats et apports

Les objectifs de ce mémoire étaient de réaliser une analyse linguistique relativement complète de l'outil numérique GraphoGame ainsi que de proposer une équivalence avec la modalité haptique. Nous allons donc vous présenter dans cette partie, les résultats de l'analyse linguistique et leurs interprétations.

.1.1. Analyse phonétique

Les résultats de l'analyse phonétique des différentes voyelles suggèrent que seul le trait de la nasalité semble avoir été pris en compte lors de la sélection des items dans les différentes séquences successives. En effet, les voyelles nasales ne sont intégrées qu'à partir de la séquence 4.1 dans l'outil numérique GraphoGame. Sprenger-Charolles (2017) confirme que seules la fréquence et la consistance des voyelles ont été prises en compte.

En ce qui concerne les résultats de l'analyse phonétique des différentes consonnes, ils suggèrent que les constrictives et notamment les fricatives, vibrantes (phonème [r]) et latérales (phonème [l]) sont introduites avant les occlusives qui n'apparaissent dans le jeu qu'après la séquence 1.8. Sprenger-Charolles (2017) explique ces résultats en indiquant que les consonnes fricatives se lisent régulièrement de la même manière et que leurs sons continus leur procurent une meilleure reconnaissance en isolat que les consonnes occlusives. De plus, les premières séquences ne sont composées que de consonnes orales. Effectivement, les consonnes nasales ne font leur apparition qu'à partir de la séquence 1.8 également.

.1.2. Analyse des graphies

.1.2.1. Analyse des graphies type « voyelle »

Les voyelles orales introduites dès le début du jeu GraphoGame (a ; i ; o ; u ; é ; eu ; ou ; e) ont toutes une prononciation très consistante puisque l'intervalle se situe entre 79,2% et 100% de consistance. Les voyelles les moins consistantes sont le « i » et le « u » puisque leur prononciation peut différer lorsqu'ils sont suivis d'une voyelle (ex. ciel et lui). Mais nous n'avons relevé aucune utilisation de ces voyelles dans un tel environnement graphémique lors des premières séquences du jeu GraphoGame. L'intervalle de consistance des correspondances graphème-phonème des voyelles voit son minimum chuté à la séquence 1.6. Cela résulte de l'introduction des lettres muettes finales notamment le « e » muet qui a le pourcentage de consistance le plus bas (3,6%). L'intervalle de la fréquence (fréquence textuelle $U > 5.000$) des correspondances graphème-phonème des voyelles s'étend de 23,315 à 218,004 ; elles sont toutes relativement fréquentes. Cependant, il s'affaiblit considérablement par l'introduction des lettres muettes finales avec un minimum atteignant 8,257 représentant également le « e » muet. Les voyelles nasales sont introduites lors de la séquence 4 puisqu'elles sont moins fréquentes que les autres voyelles avec un intervalle allant de 8,310 à 33,125 même si elles restent parmi les conversions graphème-phonème les plus fréquentes. De plus, elles sont relativement très consistantes ; en d'autres termes, leur prononciation ne diffère pas. La fréquence et la consistance, dans l'évolution de la progression du jeu GraphoGame, semblent être déterminantes dans l'intégration et l'exclusion (ex. eau) des différentes graphies de voyelles. Nous relevons les mêmes éléments que Sprenger-Charolles (2017) à savoir que les voyelles intégrées dès le début du jeu GraphoGame font partie des voyelles (a ; i ; o ; u ; é ; eu ; ou ; e) les plus fréquentes et consistantes du français. De surcroît, celle-ci souligne le fait que le « i » et le « u » ayant une consistance moindre lorsqu'ils sont suivis d'une voyelle ne sont pas présents dans ce contexte, lors des premières séquences de jeu. Elle met également en évidence l'intégration secondaire des voyelles nasales consistantes et fréquentes (an-on-un-in).

La fréquence et la consistance des différentes graphies de voyelles ont donc été des facteurs prédominants lors de la sélection des items au sein de la progression linguistique du jeu GraphoGame.

.1.2.2. Analyse des graphies type « consonne »

Les résultats suggèrent que la fréquence des CGPh concernant les consonnes n'a pas été prise en compte parmi les consonnes les plus fréquentes (fréquence $U > 5.000$). Le minimum et le maximum de l'intervalle des fréquences restent inchangés tout au long des séquences ($16,507 \leq f \leq 171,890$). En effet dès la première séquence, la correspondance graphème-phonème la plus fréquente apparaît avec le « r » et la moins fréquente avec le « j ». En ce qui concerne l'intervalle de consistance des consonnes, il est relativement élevé entre 99,2% et 99,9% pour passer à un maximum de 100% dès la séquence 1.3. Toutefois, on constate une baisse du pourcentage minimum à 27% (lors de la séquence 1.6). Celle-ci correspond à l'introduction des lettres muettes finales notamment le « s » et le « t ». De plus, le graphème « s » est rapidement intégré en début de mots puisque c'est la seule fois que présenté seul (et non « ss »), il obtient une consistance de 100%. Sprenger-Charolles (2017) souligne que la fréquence parmi les CGPh les plus fréquentes n'a pas été prise en compte. Elle explique davantage comme cité dans la partie phonétique que les fricatives introduites en premier sont mieux reconnaissables en isolé et qu'elle se lisent majoritairement de la même manière. Sprenger-Charolles (2017) ajoute concernant le « s » qu'il serait intéressant de l'ajouter en début de progression au début des mots de par sa consistance comme nous le relevons dans nos résultats. De surcroît, pour elle, le « l » et le « r » étant consistants et fréquents, ils se doivent d'être intégrés au début de l'apprentissage afin de composer des structures syllabiques complexes (ex. CCV).

L'analyse des différentes graphies composant les items présentés dans GraphoGame laissent supposer que la complexité graphémique n'a pas été un critère retenu dans la progression proposée par l'outil numérique. En effet, des graphies complexes composées de deux ou trois lettres comme définies par Pérez (2014), sont présentes dès le début du jeu. Cependant, la dépendance au contexte d'utilisation des graphèmes qui distingue graphies acontextuelles et graphies contextuelles, semble avoir été prise en compte. Effectivement, elles n'apparaissent pas dans le jeu GraphoGame mais dans sa version plus complète GraphoLearn à partir de la séquence 9.1 avec notamment la graphie contextuelle /c/ (cf. Annexe 2, manuel d'utilisation GraphoGame- GraphoLearn).

.1.3. Analyse du type de stimuli

Les résultats de l'analyse du type de stimuli suggèrent que les pseudo-mots sont notamment présents au début du jeu GraphoGame pour ensuite presque disparaître après la séquence 1.6. En effet, ils n'apparaissent plus que dans cinq séquences dans le reste du jeu (séquence 2.1 ; 2.2 ; 2.3 ; 3.1 et 3.1.a). De plus, ils représentent parfois moins de 1% des items de la séquence. La diminution de la présence des pseudo-mots se fait au bénéfice des mots ainsi que des phrases. En effet, leurs pourcentages augmentent au fur et à mesure de la progression

dans le jeu. Toutefois, les items considérés en tant que mots restent le plus souvent majoritaires au début comme à la fin du jeu.

Lassault et Ziegler (2018) appuient ces résultats puisque ce qu'ils appellent « distracteurs » sont le plus souvent des mots correctement écrits (environ 90%). Cela a pour but d'éviter l'encodage de formes orthographiques erronées. De surcroît, ils ajoutent que graduellement dans la progression, les jeux de discrimination sont accompagnés par ce qu'ils appellent des jeux de construction de mots et de phrases correspondant aux stimuli « mots » et « phrases » dans ce mémoire.

.1.3.1. Caractéristiques des pseudo-mots

Les résultats concernant les caractéristiques des pseudo-mots évoquent une construction relativement semblable selon les séquences dans lesquelles ils apparaissent. En effet, ils sont majoritairement composés de la structure syllabique voyelle seule ou consonne-voyelle. A cela, viennent s'ajouter des consonnes présentées seules, uniquement dans le cadre des séquences 3.1 et 3.1.a dont le but est d'entraîner à la discrimination visuelle des graphèmes.

.1.3.2. Caractéristiques des mots

Les résultats concernant les caractéristiques des mots introduits dans la progression de GraphoGame indiquent que la structure syllabique des mots est de plus en plus complexe. En effet en premier lieu, les structures V et CV sont introduites. Puis à partir de la séquence 1.4, la structure inverse VC et la structure complexe CVC sont insérées. C'est au tour de la structure syllabique complexe CCV d'être abordée dès la séquence 2.2.a. En dernier lieu, la structure syllabique complexe CCVC est amenée lors de la séquence 2.4. De plus, quatre des six structures syllabiques employées (CV ; CVC ; CCV et VC) dans cette progression font partie des plus fréquentes de la langue française constituant à elles seules environ 80% des structures employées (Léon, 1992). Sprenger-Charolles (2017) appuie ces résultats en reprenant la progression du jeu GraphoGame (cf. Annexe 2) qui est dans l'ordre d'apparition : V et CV ; CVC ; CCV et CCVC mais omet la structure syllabique VC pourtant présente dès la séquence 1.5 avec « il » par exemple (cf. Annexe 2). De surcroît, des couples CV-VC (ex. un-nu) sont également présentés à l'enfant pour accentuer sa discrimination visuelle (séquence 3.1 et 3.1.a) ainsi que les couples CVC-CCV (tri-tir) dans le même but. Sprenger-Charolles (2017) indique que ces dernières structures syllabiques permettent d'accentuer la focalisation attentionnelle des enfants sur l'importance de l'ordre des graphèmes qui leur sont présentés lors du décodage.

L'analyse des résultats suggère également que le nombre de syllabes s'accroît au fur et à mesure de la progression. En effet, les mots monosyllabiques sont présents dès le début du jeu. Puis sont introduits à partir de la séquence 1.4, les mots composés de deux syllabes. Les mots à trois syllabes font leur apparition à partir de la séquence 4.1. Finalement, les mots constitués de quatre syllabes font uniquement leur apparition dans la séquence 4.2.c. La longueur des mots est donc un facteur qui semble avoir été pris en compte lors de la création de l'outil numérique GraphoGame.

Concernant la régularité des mots, les résultats suggèrent qu'elle a bien été prise en compte puisque les mots irréguliers sont absents des premières séquences. Effectivement, ils

n'apparaissent qu'à partir de la séquence 1.6 et sont en minorité par rapport aux mots réguliers dans toutes les séquences à l'exception de la séquence 4.1.b.

Les résultats laissent supposer que la fréquence est un facteur sur lequel s'est basée la progression du jeu GraphoGame. On peut constater qu'elle est décroissante au fur et à mesure que le jeu avance. En effet à la séquence 1.1, la fréquence moyenne est de 5840 alors qu'à la fin du jeu, c'est-à-dire à la séquence 5.2, la fréquence moyenne des mots s'élève à 1139.

En ce qui concerne le pourcentage de consistance des mots, il reste relativement stable avec un maximum de 94% à la séquence 4.1.b et un minimum à 85% atteint aux séquences 2.5.b et 2.6.b. Lassault et Ziegler (2018) confortent ces résultats en soulignant que la progression proposée par GraphoLearn qui est la version avancée de GraphoGame s'appuie sur la fréquence et la consistance des correspondances graphème-phonème en utilisant les plus fréquentes et les plus stables au début.

.1.3.3. Caractéristiques des phrases

D'après les résultats de l'analyse linguistique, la nature des mots semble avoir un rôle minoritaire dans la progression du jeu puisqu'à la fin de la séquence 1, toutes les natures ont été intégrées. En effet au commencement, seuls les déterminants et noms sont présentés à l'enfant. Puis, viennent s'ajouter dès la séquence 1.4 l'adjectif et le verbe. Il s'ensuit à la séquence 1.5, l'intégration du pronom et à la séquence 1.6, l'apparition de la préposition et de la conjonction de coordination. La dernière nature à être intégrée est l'adverbe qui se présente à la séquence 1.8.

Toutefois, le nombre de mots constituant la phrase semble davantage être pris en compte. Effectivement, on observe au vu des résultats une progression croissante de leur nombre allant de deux mots au début du jeu (séquences 1.1 à 1.3) jusqu'à douze à la fin du jeu GraphoGame (séquence 5.2).

.1.4. Analyse de la modalité haptique

Nous avons pris le parti dans les résultats de regrouper les séquences reprenant la ou les séquences précédentes en y ajoutant de la modalité haptique. Les résultats suggèrent que le pourcentage de modalité haptique est dans la majorité des séquences bien inférieur à 50%. Seules deux séquences (1.7 et 1.8) présentent un pourcentage de modalité haptique supérieur à 50% sur 17 séquences et groupes de séquences. Ruiz et al. (2017) conforte ce résultat puisqu'elle indique que GraphoGame est basé sur l'introduction d'unités linguistiques présentées à l'enfant en modalité visuelle et auditive.

.2. Limites du travail réalisé

L'analyse linguistique du type de stimuli s'est basée sur la définition du mot de Corbin (1997) en recensant les stimuli ayant une signification dans le Grand Robert de la langue française comme mots et les autres étant répertoriés en tant que pseudo-mots. Or, nous aurions pu procéder autrement. En effet, Dal et Amiot (2008) ont extrait des mots de la Toile (ex : Sarkolepénisme) et les ont étudiés lorsqu'ils présentaient des occurrences dans le moteur de

recherche Google. Nous aurions également pu nous baser sur leur travail afin de distinguer les mots ayant une occurrence sur Google et les pseudo-mots n'en ayant pas. Cela aurait certainement modifié les résultats de l'analyse du type de stimuli.

La création de notre matériel en modalité haptique a suivi la progression du jeu GraphoGame étant un jeu visant à entraîner la lecture. Néanmoins, l'apprentissage de l'écriture est plus difficile que la lecture. Effectivement, Peereman et Content (1999) expliquent cette différence par l'asymétrie entre les correspondances graphème-phonème (CGPh) plus prédictibles que les correspondances phonème-graphème (CPhG). Sprenger-Charolles (2017) indiquent également que les CGPh sont toujours plus régulières et consistantes que les CPhG. Elle explique ce défaut de consistance par la présence d'allographes, c'est-à-dire qu'à un même phonème peuvent correspondre différents graphèmes (ex. [o] ↔ o, au, eau). De plus, Fayol et Jaffré (2008) ajoutent que 96% des CGP sont régulières contre 76% des CPhG. Le matériel en modalité haptique que nous proposons n'a pris que légèrement en compte cette asymétrie de consistance entre les CGPh et CPhG. En effet, nous nous sommes davantage basés sur la progression proposée par le jeu GraphoGame en reprenant des items auxquels l'enfant avait déjà été confrontés. Toutefois, les items que nous avons rajoutés à partir de la base Manulex-Morpho ont pris en compte cette asymétrie.

L'outil numérique GraphoGame intègre rapidement les lettres muettes finales fréquentes (dès la séquence 1.6 : e-t-p-s et la séquence 1.8 : d) ainsi que les lettres géminées (dès la séquence 2.2) fréquentes (Sprenger-Charolles, 2017). Elles ne semblent pas avoir été prises en compte lors de l'évolution de la progression puisqu'elles apparaissent tôt dans le jeu. Cela peut s'expliquer puisque la discrimination des mots demandés à l'enfant dans le jeu GraphoGame ne porte pas sur ces graphèmes (ex. lit/ loup ou batte/ natte). En raison de l'asymétrie entre les CGPh et les CPhG, ces lettres muettes finales et géminées constituent une difficulté supplémentaire lors de la transcription des items que nous proposons dans notre matériel. En effet, ayant voulu reprendre la progression de GraphoGame, nous les avons également intégrées. Toutefois afin de pallier cette difficulté supplémentaire, nous laissons à la disposition de l'enfant et du professionnel la carte « ? » symbolisant une lettre muette finale et la carte « x2 » indiquant qu'une consonne est doublée.

De surcroît, des mots peu consistants mais fréquents ont été intégrés rapidement à la progression du jeu GraphoGame puisqu'ils permettent de construire des phrases (Sprenger-Charolles, 2017). Nous les avons également intégrés dans notre matériel proposé en modalité haptique puisque l'enfant y a déjà été confronté dans le jeu GraphoGame et qu'ils sont relativement fréquents. De plus, nous les avons répétés dans les différentes séquences de notre matériel dans le but de permettre un meilleur encodage.

L'analyse linguistique du jeu GraphoGame n'a pas pris en compte la progression des distracteurs choisis selon les différentes séquences. Cela résulte d'un manque d'informations les concernant. Lassault et Ziegler (2018) indiquent uniquement les faits suivants : « les distracteurs sont le plus souvent (90%), des mots correctement écrits mais qui peuvent être plus ou moins proches de la cible (ex. équipe/ épique) ». Nous pouvons juste supposer qu'aux

séquences 3.1 et 3.1.a intitulées « Discrimination visuelle », les distracteurs sont relativement proches visuellement de la cible ainsi qu'aux séquences 3.2 et 3.2.a intitulées « Discrimination phonémique », les distracteurs ne diffèrent que d'un trait phonémique par rapport à l'item cible.

Le matériel que nous proposons en modalité haptique s'étant basé sur GraphoGame, il n'est pas exhaustif. En effet, certaines graphies n'étant pas présentes dans l'outil numérique ne le sont pas non plus dans notre matériel (ex. graphies contextuelles).

.3. Pistes de recherche et perspectives

L'outil numérique GraphoGame qui est la version publique testée en 2016/2017 n'est que la première version du jeu. En effet, l'outil numérique GraphoLearn qui n'est pour l'instant qu'une version expérimentale en test actuellement dans les écoles (2018/2019) et non disponible, présente une progression bien plus importante que sa version précédente GraphoGame. En effet, les séquences de GraphoGame sont incluses dans GraphoLearn et complétées par plus de 50 autres séquences abordant aussi bien les graphies contextuelles, les allographes (ex. au-eau), les consonnes muettes (ex. h), etc. Il serait donc intéressant d'en produire également l'analyse linguistique et d'en proposer un complément en modalité haptique comme ce fut le cas dans ce mémoire pour la version GraphoGame.

De plus, il serait intéressant de tester le matériel en modalité haptique utilisé conjointement avec l'application GraphoGame, auprès d'enfants étant à risque de trouble spécifique du langage écrit. Cela permettrait d'objectiver l'apport ou non de notre matériel dans la transcription des items proposés ainsi que de constater s'il y a une généralisation ou non des correspondances phonème-graphème rencontrées.

Conclusion

Les objectifs de ce mémoire étaient d'analyser linguistiquement la progression choisie par GraphoGame et de proposer un matériel basé sur celle-ci afin d'y intégrer davantage de modalité haptique. En effet, Gentaz, Colé et Bara (2003) indiquent que la modalité haptique permet de renforcer les liens entre les représentations visuelles et phonologiques des mots et contribuerait à améliorer davantage le décodage, l'identification des lettres et l'analyse phonologique.

Pour ce faire, nous avons réalisé une analyse linguistique de la version française de GraphoGame qui s'est découpée en plusieurs parties. En effet, nous avons réalisé une analyse phonétique des items présents ; ce qui a montré que seuls, la nasalité pour les voyelles et le mode articuloire des consonnes ont été pris en compte lors de la progression du jeu GraphoGame. Ensuite, une analyse des différentes graphies a été effectuée montrant que la dépendance au contexte des graphies était l'un des critères retenus comme la fréquence et la consistance des correspondances graphème-phonème. Suite à cela, nous avons procédé à une analyse du type de stimuli distinguant les pseudo-mots, mots et phrases. Elle a suggéré que les pseudo-mots disparaissaient au fur et à mesure de la progression au profit des mots et des

phrases ; les mots étant majoritaires dans la quasi-totalité des séquences. La structure syllabique des pseudo-mots retenue est relativement simple et ne subit pas d'évolution au cours du jeu. Toutefois, celle des mots se complexifie. De plus, la longueur des mots a tendance à augmenter progressivement en passant des mots monosyllabiques au début, aux mots trisyllabiques à la fin des séquences. La progression du jeu GraphoGame a également tenu compte de la régularité et de la fréquence moyenne des mots employés dans les différentes séquences puisqu'elles décroissent lors de l'évolution dans les séquences. La consistance des mots reste quant à elle relativement stable. En ce qui concerne les phrases, la nature des mots qui la compose et leurs nombres subissent également une évolution lors de la progression. L'analyse de la modalité haptique a révélé que celle-ci est inférieure à 50% dans toutes les séquences et groupes de séquences reprenant les mêmes items du jeu à l'exception de deux (1.7 et 1.8).

Nous nous sommes donc fondés sur les résultats de l'analyse linguistique pour proposer un matériel fidèle à la progression proposée par le jeu GraphoGame s'étant lui-même appuyé sur la base de données Manulex-Morpho. Le but était d'obtenir un pourcentage de 50% ou plus en modalité haptique. La globalité des items est extraite du jeu GraphoGame ou de la base de données Manulex-Morpho et est reprise dans plusieurs séquences proposées en modalité haptique.

Il serait intéressant de tester celui-ci utilisé conjointement avec l'application GraphoGame auprès d'enfants étant à risque de trouble spécifique du langage écrit. Le but est d'objectiver ou non l'apport de celui-ci et de constater une éventuelle généralisation des correspondances phonème-graphème rencontrés.

Ce mémoire permet d'enrichir les connaissances quant à la rééducation des patients à risque de TSLE. En effet, dans la pratique clinique orthophonique, l'utilisation de matériel auditivo-visuel visant à améliorer les conversions graphème-phonème est très fréquente. Cependant, les études mentionnées dans ce mémoire mettent en évidence l'importance d'y ajouter la modalité haptique permettant ainsi de renforcer le lien phonologique et orthographique des graphèmes rencontrés.

De plus, l'outil numérique GraphoGame a le mérite de présenter clairement une progression d'exercices thérapeutiques à proposer aux apprenants lecteurs à risque de TSLE. Il permet donc de comprendre l'intérêt de savoir créer une progression d'exercices adaptée et basée sur des éléments linguistiques. Ce mémoire permet donc d'aider à la construction d'un projet thérapeutique avec une progression adaptée pour des patients à risque de TSLE.

Bibliographie

- Adams, M. J. (2000). *Conscience phonologique*. Montréal : Chenelière McGraw-Hill.
- Alavoine, E., Albrand, J. P. & Lassault, J. (2018). *Manuel d'utilisation : GraphoGame et GraphoLearn*. Repéré à http://grapholearn.fr/wp-content/uploads/2018/07/Manuel_GraphoLearn-GraphoGame.pdf
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fifth edition (DSM-5®)*. Washington DC : APA.
- Arrivé, M., Gadet, F., & Galmiche, M. (1986). *La grammaire d'aujourd'hui : guide alphabétique de linguistique française*. Paris : Flammarion.
- Baddeley, A., Logie, R., Nimmo-Smith I., & Brereton, N. (1985). Components of Fluent Reading. *Journal of Memory and Language*, 24 (1), 119-31. doi : 10.1016/0749-596X(85)90019-1
- Benois, C., & Jover, M. (2006). Dysfonctionnement visuo-spatial chez l'enfant : cadre nosographique, dépistage et rééducation. Dans J. Corraze & J-M. Albaret (dir), *Entretiens de Bichat : Entretiens de Psychomotricité* (p. 69-81). Paris : Expansion Scientifique Française.
- Billard, C., Fluss, J., Ducot, B., Warszawski, J., Ecalle, J., Magnan, A., Richard, G., & Ziegler, J. (2008). Étude des facteurs liés aux difficultés d'apprentissage de la lecture. À partir d'un échantillon de 1062 enfants de seconde année d'école élémentaire. *Archives de Pédiatrie*, 15 (6). doi : 10.1016/j.arcped.2008.02.020
- Bogliotti, C. (2005). Perception catégorielle et perception allophonique : incidences de l'âge, du niveau de lecture et des couplages entre prédispositions phonétiques. *Linguistique*.
- Bogliotti, C., Messaoud-Galusi, S., & Serniclaes, W. (2002, juin). *Relations entre la perception catégorielle de la parole et l'apprentissage de la lecture*. Communication présentée à la XXIVèmes Journées d'étude sur la parole, Nancy.
- Bonin, P., Collay, S., Fayol, M., & Méot, A. (2005). Attentional strategic control over nonlexical and lexical processing in written spelling to dictation in adults. *Memory and Cognition*, 33 (1) : 59-75.
- Bonin, P. & Méot, A. (2002). Writing to dictation in real time in adults : What are the determinants of written latencies?. *Advances in psychology research*. New York : Nova Science Publishers, 139-165.
- Bonin, P., Peereman, R. & Fayol, M. (2001). Do Phonological Codes Constrain the Selection of Orthographic Codes in Written Picture Naming?. *Journal of Memory and Language*, 45 : 688-720.
- Bosse, M. L. (2004). Activités et adaptations pédagogiques pour la prévention et la prise en compte de la dyslexie à l'école. Dans S. Valdois, P. Colé & D. David (dir), *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales : de la théorie à la pratique* (p. 233-258). Marseille : Solal.
- Boulc'h, L., Gaux, C., & Boujon, C. (2007). Implication des fonctions exécutives dans le décodage en lecture : étude comparative entre normolecteurs et faibles lecteurs de CE2. *Psychologie Française*, 52, (1) : 71-87. doi : 10.1016/j.psfr.2006.11.001
- Bowlby, J. (1969). *Attachment and loss : Vol. I Attachment*. New-York : Basic Books.

- Butkowsky, I. S., & Willows, D. M. (1980). Cognitive-Motivational Characteristics of Children Varying in Reading Ability : Evidence for Learned Helplessness in Poor Readers. *Journal of Educational Psychology*, 72 (3) : 408-422. doi : 10.1037/0022-0663.72.3.408
- Canault, M. (2017). *La phonétique articulatoire*. Bruxelles, Belgique : Boeck.
- Caravolas, M., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2001). The Foundations of Spelling Ability : Evidence from a 3-Year Longitudinal Study. *Journal of Memory and Language*, 45 (4), 751-774. doi : 10.1006/jmla.2000.2785
- Catts, H. W., Hogan, T. P., & Fey, M. E. (2003). Subgrouping Poor Readers on the Basis of Individual Differences in Reading-Related Abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 36 (2) : 151- 164. doi : 10.1177/002221940303600208
- Chall, J. S. (1983). *Stages of reading development*. New York : McGraw-Hill.
- Catach, N. (1986). *L'orthographe française : traité théorique et pratique avec des travaux d'application et leurs corrigés*. Paris : Nathan.
- Chevalier, N. (2010). Les Fonctions Exécutives Chez l'enfant : Concepts et Développement. *Canadian Psychology/ Psychologie Canadienne*, 51 (3) : 149-163. doi : 10.1037/a0020031
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. Dans G. Underwood (dir.), *Strategies of information processing*. New York/ London : Academic Press.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R. & Ziegler, J. (2001). DRC : A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108 (1), 204-256.
- Corbin, D. (1997). Entre les mots possibles et les mots existants : les unités à faible probabilité d'actualisation. *Sillexicales*, 1, 78-89.
- Dal, G., Amiot, D. (2008). Composition néoclassique en français et ordre des constituants. Dans D. Amiot (dir), *La composition dans une perspective typologique*. Arras : Artois Presses Université, p. 89-113.
- Deci, E. L. (1971). Effects of Externally Mediated Rewards on Intrinsic Motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 18 (1) : 105-115. doi : 10.1037/h0030644
- Delahaie, M., Sprenger-Charolles, L., Serniclaes, W., Billard, C., Tichet, J., Pointeau, S., & Vol, S. (2004). Perception catégorielle dans une tâche de discrimination de phonèmes et apprentissage de la lecture. *Revue française de pédagogie*, 147 (1) : 91-105. doi : 10.3406/rfp.2004.3123
- Delforce, B. (1994). De l'expérience de lecteur à la compétence de scripteur d'écrits professionnels : obstacles et exigences. Dans Y. Reuter (dir.), *Les interactions lecture-écriture*. Actes du Colloque THEODILE-CREL, Lille, novembre 1993 (p. 319-349). Bern : Peter Lang.
- Dubois, J., & Irigaray, L. (1966). Approche expérimentale des problèmes intéressant la production de la phrase noyau et ses constituants immédiats. *Langages*, 1^e année, 3, 90-125. doi : 10.3406/lgge.1966.2346
- 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. doi : 10.1016/j.chb.2013.01.041
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub-Zadeh, Z., & Shanahan, T. (2001). Phonemic Awareness Instruction Helps Children Learn to Read : Evidence From the

- National Reading Panel's Meta-Analysis. *Reading Research Quarterly*, 36 (3) : 250-287. doi : 10.1598/RRQ.36.3.2
- Fayol, M. & Jaffre, J. P. (2008). *Orthographier*. Paris : PUF.
- Farid, M., & Grainger, J. (1996). How Initial Fixation Position Influences Visual Word Recognition : A Comparison of French and Arabic. *Brain and Language*, 53 (3) : 351-368. doi : 10.1006/brln.1996.0053
- Foulin, J. N., & Pacton, S. (2006). La connaissance du nom des lettres : précurseur de l'apprentissage du son des lettres. *Éducation et Francophonie*, 34 (2), 28-55.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A Causal Link between Visual Spatial Attention and Reading Acquisition. *Current Biology*, 22 (9) : 814-819. doi : 10.1016/j.cub.2012.03.013
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action Video Games Make Dyslexic Children Read Better. *Current Biology*, 23 (6) : 462-466. doi : 10.1016/j.cub.2013.01.044
- Fujinaga, T., Kasuga, T., Uchida, N., & Saiga, H. (1990). Long-term follow-up study of children developmentally retarded by early environmental deprivation. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 116, 37-104.
- Gardiner, A. H. (2016). Définition du « mot » et de la « phrase », *Modèles linguistiques*, 97-108.
- Gazerani, F. (2014). Fondements théoriques et empiriques de l'articulation lecture- écriture en langue maternelle et en langue seconde. *European Scientific Journal*, 10 (35).
- Gastineau, S., Le Fur, R., Baudouin, C., Veyret, M., Cogan, Y., Misiak, G., & Chevaillier, P. (2012). *Jeu Vidéo, Plaisir et Pédagogie. Retour d'expérience sur la conception d'un jeu vidéo pédagogique et observation de son utilisation expérimentale en classe*. Communication présentée au colloque Scientifique Ludovia, Ariège, France.
- Gentaz, E., Colé, P., & Bara, F. (2003). Évaluation d'entraînements multi-sensoriels de préparation à la lecture pour les enfants en grande section de maternelle : une étude sur la contribution du système haptique manuel. *L'année psychologique*, 103 (4) : 561-584. doi : 10.3406/psy.2003.29652
- Giasson, J. (1995). *La lecture. De la théorie à la pratique*. Boucherville : Gaëtan Morin.
- Giguère, J., Giasson, J., & Simard, C. (2002). Les relations entre la lecture et l'écriture : Représentations d'élèves de différents niveaux scolaires et de différents niveaux d'habileté. *Revue canadienne de linguistique appliquée*, 5 (1-2), 23-50.
- Guillet, A. (1971). Morphologie des dérivations : les nominalisations adjectivales en -té. Dans M. Gross, & J. Stéfanini (dir). *Langue française : Syntaxe transformationnelle du français* (vol. 11, p. 46-60). doi : 10.3406/lfr.1971.5547
- Haute Autorité de Santé (HAS). (2017). Comment améliorer le parcours de santé d'un enfant avec troubles spécifiques du langage et des apprentissages ? Repéré à https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-01/guide_tsla_vf.pdf
- Helal, S. (2012). *La connaissance des lettres à l'école maternelle et ses déterminants*. (Thèse de doctorat, Université Angers, Angers).
- Hintikka, S., Aro, M., & Lyytinen, H. (2006). Computerized Training of the Correspondences between Phonological and Orthographic Units. *Written Language & Literacy*, 8 (2) : 79-102. doi : 10.1075/wll.8.2.07hin

- Hulme, C. (1979). The Interaction of Visual and Motor Memory for Graphic Forms Following Tracing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31 (2) : 249-261. doi : 10.1080/14640747908400724.
- Hulme, C. (1982). Reading Retardation and Multi-Sensory Teaching. *Psychological Medicine*, 12 (1) : 218. doi : 10.1017/S0033291700043683
- Horne, J. K. (2017). Reading Comprehension : A Computerized Intervention with Primary-Age Poor Readers: Computerized Reading Comprehension. *Dyslexia*, 23 (2) : 119-140. doi : 10.1002/dys.1552
- Inserm (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : Bilan des données scientifiques*. Paris, France : Les éditions Inserm.
- 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. doi : 10.1044/0161-1461(2004/018)
- Kandel, S., Valdois, S. & Orliaguet, J. P. (2003). Etude de la production écrite en copie : Une approche visuo-orthographique et graphomotrice, *Le langage et l'homme*, 38 (2) : 5-24.
- Kyle, F., Kujala, J., Richardson, U., Lyytinen, H., & Goswami, U. (2013). Assessing the Effectiveness of Two Theoretically Motivated Computer-Assisted Reading Interventions in the United Kingdom : GG Rime and GG Phoneme. *Reading Research Quarterly*, 48 (1) : 61-76. doi : 10.1002/rrq.038
- Laboratoire de Psychologie et de NeuroCognition (LPNC). Manulex-Mopho. Repéré à https://lpnc.univ-grenoble-alpes.fr/resources/ronald_peereman/Manulex_morpho/indexfr.html
- Lambert, E., Alamargot, D., Larocque, D., & Caporossi, G. (2011). Dynamics of the Spelling Process During a Copy Task : Effects of Regularity and Frequency. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 65 (3) : 141-150.
- Lassault, J., & Ziegler, J.C. (2018). Les outils numériques d'aide à l'apprentissage de la lecture. *Langue française*, 3 (199), 111-121. doi : 10.3917/lf.199.0111
- Lété, B. (2008). La consistance phonographique : une mesure statistique de la complexité orthographique. Dans C. Brissaud, J. P. Jaffré, & J. C. Pellat (dir), *Nouvelles recherches en orthographe* (p. 85-99). Limoges, France : Lambert-Lucas.
- Lété, B., Peereman, R. & Fayol, M. (2008). Consistency and wordfrequency effects on spelling among first-to fifth-grade French children : A regression-based study. *Journal of Memory and Language*, 58, 952-977.
- Léon, P. (1992). *Phonétisme et prononciation du français*. Paris : Armand Colin.
- 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. doi : 10.1037/h0044417
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New-York : Basic Books.
- Luria, A.R. (1973). The frontal lobes and the regulation of behavior. *Psychophysiology of the Frontal Lobes*, 3-26. doi : 10.1016/B978-0-12-564340-5.50006-8
- Mahony, D., Singson, M., & Mann, V. (2000). Reading ability and sensitivity to morphological relations. *Reading and Writing*, 12 (3-4), 191-218.
- Martinet, C., Bosse, M. L., Valdois, S., & Tainturier, M. J. (1999). Discussion de la notion de stades successifs dans l'acquisition de l'orthographe d'usage. *Langue Française*, 124, 58-73.

- Martinet, C. & Valdois, S., (1999). L'apprentissage de l'orthographe d'usage et ses troubles dans la dyslexie développementale de surface. *L'Année Psychologique*, 99 : 577-622.
- Morton, J. (1989). An information-processing account of reading acquisition. Dans A. M. Galaburda (dir), *Issues in the biology of language and cognition. From reading to neurons* (p. 43-66). Cambridge, MA, US : The MIT Press.
- Mousty, P. & Leybaert, J., (1999). Evaluation des habiletés de lecture et d'orthographe au moyen de BELEC. Données longitudinales auprès d'enfants francophones testés en 2° et 4° années. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 49 (4) : 325-342.
- Nakeva von Mentzer, C., Lyxell, B., Sahlén, B., Dahlström, Ö., Lindgren, M., Ors, M., Kallioinen, P., & Uhlén, I. (2014). Computer-Assisted Reading Intervention with a Phonics Approach for Children Using Cochlear Implants or Hearing Aids. *Scandinavian Journal of Psychology*, 55 (5) : 448-455. doi : 10.1111/sjop.12149
- Ofman, W., & Shaevitz, M. (1963). The Kinesthetic Method In Remedial Reading. *The Journal of Experimental Education*, 31 (3) : 317-320. doi : 10.1080/00220973.1963.11010783
- Ojanen, E., Ronimus, M., Ahonen, T., Chansa-Kabali, T., February, P., Jere-Folotiya, J., Kauppinen, K. P., & al. (2015). GraphoGame a catalyst for multi-level promotion of literacy in diverse contexts. *Frontiers in Psychology*, 6. doi : 10.3389/fpsyg.2015.00671
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (1994). Troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires. Dans classification internationale des maladies, *chapitre V (F) : troubles mentaux et troubles du comportement. Critère de diagnostic pour la recherche* (p. 132-135). Issy-les Moulineaux : OMS, Masson.
- Peereman, R. & Content, A. (1999). LEXOP : A lexical database providing orthography-phonology statistics for French monosyllabic words. *Behavioral Methods, Instruments and Computers*, 31, 376-379.
- Peereman, R., Sprenger-Charolles, L., & Messaoud-Galusi, S. (2013). The contribution of morphology to the consistency of spelling-to-sound relations : A quantitative analysis based on French elementary school readers. *L'année psychologique*, 113 (1), 3-33.
- Pérez, M. (2014, juin). *Quelles variables utiliser pour définir la complexité orthographique des mots?*. Communication présentée au Colloque International des Etudiants Chercheurs en Didactique des Langues et en Linguistique (CEDIL'14), Grenoble, France.
- Plaza, M., & Cohen, H. (2007). The Contribution of Phonological Awareness and Visual Attention in Early Reading and Spelling. *Dyslexia* 13 (1), 67- 76. doi : 10.1002/dys.330
- Poskiparta, E., Niemi, P., Lepola, J., Ahtola, A., & Laine, P. (2003). Motivational-Emotional Vulnerability and Difficulties in Learning to Read and Spell. *British Journal of Educational Psychology*, 73 (2) : 187-206. doi : 10.1348/00070990360626930
- Reasoner, R.W. (1992). *Building self-esteem in the elementary schools : Teacher's manual* (2nd ed.). Palo Alto, CA : Consulting Psychologists Press.
- Reuter, Y. (1995). Les relations et les interactions lecture-écriture dans le champ didactique. *Pratiques*, 86, 5-23.
- Richardson, U., & Lyytinen, H. (2014). The GraphoGame Method : The Theoretical and Methodological Background of the Technology-Enhanced Learning Environment for Learning to Read. *Human Technology : An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 10 (1) : 39-60. doi : 10.17011/ht/urn.201405281859

- Roeltgen, D. P., & Heilman, K. M. (1984). Lexical agraphia : further support for the two-system hypothesis of linguistic agraphia. *Brain*, 107 (3) : 811-827. doi : 10.1093/brain/107.3.811
- Roulet, E. (1994). La phrase : unité de langue ou unité de discours ?. Dans J. Cerquiglini-Toulet & O. Collet (dir.), *Mélanges de philologie et de littérature médiévales offerts à Michel Burger*, Genève, DROZ, 101-110.
- Roy, A. (2015). *Les fonctions exécutives chez l'enfant : Des considérations développementales et cliniques à la réalité scolaire*. France : Université d'Angers.
- Ruiz, J. P., Lassault, J., Sprenger-Charolles, L., Richardson, U., Lyytinen, H., & Ziegler, J. C. (2017). GraphoGame : un outil numérique pour enfants en difficultés d'apprentissage de la lecture. *A.N.A.E.*, 148, 333-343.
- Saine, N. L., Lerkkanen, M. K., Ahonen, T., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2011). Computer-Assisted Remedial Reading Intervention for School Beginners at Risk for Reading Disability : Computer-Assisted Reading Intervention. *Child Development*, 82 (3) : 1013-1028. doi : 10.1111/j.1467-8624.2011.01580.x
- Shanahan, T. (2006). Relations among Oral Language, Reading, and Writing Development. Dans C.A. MacArthur, S. Graham & J. Fitzgerald (dir.), *Handbook of writing research* (p. 171-183). New-York : The Guilford Press.
- Share, D. L. (1995). Phonological Recoding and Self-Teaching: Sine qua Non of Reading Acquisition. *Cognition*, 55 (2) : 151-218. doi : 10.1016/0010-0277(94)00645-2
- Share, D. L. (1999). Phonological Recoding and Orthographic Learning : A Direct Test of the Self-Teaching Hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 72 (2) : 95-129. doi : 10.1006/jecp.1998.2481
- Siegel, L. S. (1994). Working Memory and Reading : A Life-Span Perspective. *International Journal of Behavioral Development*, 17 (1) : 109-124. doi : 10.1177/016502549401700107
- Sprenger-Charolles, L., (1992). Acquisition de la lecture et de l'écriture en français. *Langue française*, 95, 49-68.
- Sprenger-Charolles, L., (2017). Une progression pédagogique construite à partir de statistiques sur l'orthographe du français (d'après Manulex-Morpho) : pour les lecteurs débutants et atypiques. *A.N.A.E.*, 148, 247-256.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P. (2013). *Lecture et dyslexie. Approche cognitive*. Paris : Dunod.
- Sprenger-Charolles, L., Siegel, L., Béchenec, D., & Serniclaes, W. (2003). Development of Phonological and Orthographic Processing in Reading Aloud, in Silent Reading, and in Spelling : A Four-Year Longitudinal Study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 84 (3) : 194-217. doi : 10.1016/S0022-0965(03)00024-9
- Torgesen, J. K., Alexander, A., Wagner, R., Rashotte, C., Voeller, K., & Conway, T. (2001). Intensive remedial instruction for children with severe reading disabilities : Immediate and longterm outcomes from two instructional approaches. *Journal of Learning Disabilities*, 34, 33-58.
- Treiman, R., & Broderick, V. (1998). What's in a Name : Children's Knowledge about the Letters in Their Own Names. *Journal of Experimental Child Psychology*, 70 (2) : 97-116. doi : 10.1006/jecp.1998.2448

- Turkheimer, E., Haley, A., Waldron, M., D'Onofrio, B., & Gottesman, I. I. (2003). Socioeconomic status modifies heritability of IQ in young children. *Psychological Science, 14* (6), 623- 628.
- Vallerand, R. J., & Thill, E. E. (1993). *Introduction à la psychologie de la motivation*. Laval, Québec : Vigot.
- Vellutino, F. R., Scanlon D. M., Sipay E. R., Small, S. G., & al. (1996). Cognitive Profiles of Difficult-to-Remediate and Readily Remediated Poor Readers : Early Intervention as a Vehicle for Distinguishing between Cognitive and Experiential Deficits as Basic Causes of Specific Reading Disability. *Journal of Educational Psychology, 88* (4) : 601-638. doi : 10.1037//0022-0663.88.4.601.
- Wagner, R. K., Torgesen, J. K., Laughon, P., Simmons, K., & al. (1993). Development of Young Readers' Phonological Processing Abilities. *Journal of Educational Psychology, 85* (1) : 83-103. doi : 10.1037/0022-0663.85.1.83
- Winnicott, D. W. (1989). Interpretation in psychoanalysis. Dans M. G. Fromm, & B. L. Smith (dir), *The facilitating environment: Clinical applications of Winnicott's theory* (p. 629-635). Madison, CT, US : International Universities Press, Inc.
- Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van der Spek, E. D. (2013). A Meta-Analysis of the Cognitive and Motivational Effects of Serious Games. *Journal of Educational Psychology, 105* (2) : 249-265. doi : 10.1037/a0031311
- Ziegler, J. C., Jacobs, A. M. & Stone, G. O. (1996). Statistical analysis of the bidirectional inconsistency of spelling and sound in French. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers, 28* (4) : 504-515.
- Ziegler, J. C., & Goswami U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia and skilled reading across languages : A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin 131* (1), 3-29.

Liste des annexes

Annexe n°1 : TSLE critères diagnostics (DSM-V) et définition (CIM-10).

Annexe n°2 : Liste des séquences de GraphoGame et GraphoLearn.

Annexe n°3 : Tableau CGPh les plus fréquentes (Fq textuelle $U > 5.000$) et les plus consistantes ($> \text{à } 95 \%$), extrait de l'article de Sprenger-Charolles (2017).

Annexe n°4 : Matériel en modalité haptique.