



Haute école pédagogique
Avenue de Cour 33 — CH 1014 Lausanne
www.hepl.ch

Master of Arts et Diplôme d'enseignement spécialisé

***Vocaboum, un logiciel informatique
d'apprentissage multisensoriel : quels effets sur
l'écriture et la lecture de mots auprès d'élèves
ayant un trouble spécifique des apprentissages ?***

Mémoire professionnel

Travail de
Déborah Reichen
Laure-Anne Yerly

Sous la direction de
Anne-Françoise de Chambrier

Membres du jury
Jennifer Malsert
Anne-Françoise de Chambrier

Lausanne, Mai 2021

Table des matières

1. Introduction	1
2. Cadre théorique.....	3
2.1 Caractéristiques de l'écrit	3
2.2 L'orthographe française.....	4
2.2.1 Composantes de l'orthographe	4
2.2.2 Complexité de l'orthographe lexicale française	4
2.2.3 Lien lecture – écriture.....	5
2.2.4 Facteurs qui influencent l'apprentissage de l'orthographe.....	6
2.3 Acquisition des compétences orthographiques.....	6
2.3.1 Modèle par stades	7
2.3.2 Modèle à double voie	8
2.4 Apprentissage de l'orthographe.....	8
2.4.1 Apprentissage implicite	8
2.4.2 Apprentissage explicite	9
2.5 Stratégies de mémorisation de l'orthographe	10
2.6 Troubles du langage et impacts sur les apprentissages de la lecture et de l'écriture en français.....	11
2.7 Le numérique dans l'enseignement	13
2.8 <i>Vocaboum</i> , logiciel d'aide à l'orthographe lexicale	15
3. Problématique, questions et hypothèses de recherche.....	21
4. Méthodologie.....	23
4.1 Type de recherche.....	23
4.2 Contexte et participants	24
4.3 Outils de mesures.....	26
4.3.1 Mesure A : production écrite des mots travaillés	26
4.3.2 Mesure B : lecture des mots travaillés.....	27
4.3.3 Mesure C : production écrite de pseudo-mots (mots non-travaillés).....	27
4.3.4 Mesure D : mesure de l'orthographe grammaticale	27
4.4 Intervention.....	28
4.5 Procédure	29
4.6 Analyse des données.....	31
4.7 Aspects éthiques	31

5. Résultats	32
5.1 Résultats mesure A : production écrite des mots travaillés	33
5.2 Résultats mesure B : lecture des mots travaillés.....	34
5.3 Résultats mesure C : production écrite des mots non-travaillés	35
5.4 Résultats mesure D : mesure de l'orthographe grammaticale	36
6. Discussion	38
7. Conclusion	50
8. Références bibliographiques	52
Remerciements	57
Annexes	58
Résumé	68

Liste des tableaux

Tableau 1 : Plan de recherche	23
Tableau 2 : Informations relatives aux participants	24
Tableau 3 : Mots introduits dans l'intervention en fonction des semaines.....	26
Tableau 4 : Mesure A (production écrite de mots travaillés) – mots évalués en fonction des différents temps....	26
Tableau 5 : Mesure C (production écrite de mots non-travaillés) – séries de pseudo-mots	27
Tableau 6 : Mesure D (orthographe grammaticale) – les accords évalués sont mis en évidence (5 points par phrase).....	27
Tableau 7 : Plan d'entraînement durant l'intervention.....	28
Tableau 8 : Mesures prises avant l'intervention.....	30
Tableau 9 : Mesures prises durant l'intervention	30
Tableau 10 : Mesures prises après l'intervention	31
Tableau 11 : Nombre d'entraînements par élève sur le logiciel	32
Tableau 12 : Résultats des élèves concernant la production écrite des mots travaillés, avant, pendant et après l'intervention. Pourcentages de réussite indiqués entre parenthèses.	33
Tableau 13 : Fluence des élèves concernant la lecture des mots travaillés, avant, pendant et après l'intervention. (Nombre de mots correctement lus : temps en seconde)	34
Tableau 14 : Résultats des élèves concernant la production écrite des mots non-travaillés, avant, pendant et après l'intervention. Pourcentages de réussite indiqués entre parenthèses.	35
Tableau 15 : Résultats des élèves concernant la production de phrases, avant, pendant et après l'intervention. Pourcentages de réussite indiqués entre parenthèses.	36

Liste des figures

Figure 1 : Jeux du logiciel <i>Vocaboum</i>	16
Figure 2 : Mots codés dans <i>Vocaboum</i> selon les entrées multisensorielles (Kast et al., 2011)	17
Figure 3 : Code supplémentaire de la nouvelle version <i>Vocaboum</i>	19
Figure 4 : Mesure A : Production écrite des mots travaillés	33
Figure 5 : Mesure B : Lecture des mots travaillés.....	34
Figure 6 : Mesure C : Production écrite des mots non-travaillés	35
Figure 7 : Mesure D : Orthographe grammaticale	36

1. Introduction

La lecture et l'écriture sont indispensables dans notre société. À l'école, ces compétences sont requises dans toutes les disciplines pour accéder aux apprentissages. En français, l'acquisition de ces compétences est difficile. La langue française est un système d'écriture phonographique alphabétique ; des correspondances systématiques existent entre les lettres ou groupes de lettres, les graphèmes, et les unités phonologiques, les phonèmes (Fayol, 2006). Néanmoins, il existe une inconsistance élevée entre les conversions grapho-phonémiques et phono-graphémiques (Fayol & Jaffré, 2014). Les relations entre l'oral et l'écrit ne sont ni systématiques, ni univoques. Ces relations sont arbitraires et sans lien avec le réel, ce qui rend leur apprentissage abstrait (Cèbe & Paour, 2012). Nous constatons la complexité de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture dans nos contextes professionnels, particulièrement chez nos élèves de l'enseignement spécialisé. Des travaux ont permis de mettre en exergue les difficultés inhérentes au français et de comprendre pourquoi l'orthographe française est notamment si difficile à acquérir. Par ce travail de mémoire, nous souhaitons approfondir nos connaissances dans le domaine de l'orthographe, de son apprentissage et de sa mémorisation. Nous souhaitons trouver une méthode qui pourrait motiver et aider nos élèves à progresser, et qui leur permettrait de généraliser leurs connaissances à l'orthographe de manière globale.

Étant sensibles aux approches MITIC (Médias, Images, Technologies de l'Information et de la Communication) pour soutenir les élèves dans leurs apprentissages, nous avons suivi en novembre 2019 une conférence organisée par Math et Mots Monde où nous étaients présentés plusieurs outils numériques. Nous avons pris connaissance de la société Dybuster qui a créé *Calcularis* (logiciel mathématique) et *Vocaboum*, anciennement *Orthographe* (logiciel langagier). *Vocaboum* permet d'apprendre l'orthographe lexicale des mots. Ce programme nous a intéressées car il entraîne de manière ludique la conscience phonologique, permet un apprentissage sans erreur de l'orthographe et intègre plusieurs modalités sensorielles. Il tente d'optimiser le processus d'apprentissage en se basant sur le développement neuropsychologique d'enfants atteints de dyslexie et sur la manière dont la technologie peut déclencher un développement similaire à celui d'enfants normo-lecteurs. Le multisensoriel offre plusieurs canaux pour faciliter l'apprentissage et la récupération en mémoire (Lehmann & Murray, 2005; Shams & Seitz, 2008, cités dans Kast, Baschera, Gross, Jäncke, & Meyer, 2011). Deux études ont été réalisées sur des participants de langue allemande et ont montré

les effets bénéfiques du logiciel. Il serait intéressant de vérifier l'efficacité de ce dernier sur des enfants de langue française.

L'objectif de notre mémoire est d'évaluer les effets du logiciel sur les compétences en lecture et en écriture, en français, de nos élèves ayant un trouble du langage écrit. Nous avons ainsi mis en place une intervention utilisant le logiciel à raison de trois séances de 15 minutes par semaine, sur une période de deux mois.

Avant de présenter puis de vérifier nos hypothèses, les concepts seront précisés dans la partie théorique de ce mémoire. Nous débuterons par décrire les spécificités de l'orthographe française, son acquisition ainsi que différentes stratégies pour mémoriser l'orthographe lexicale. Par la suite, l'impact des troubles du langage écrit sur l'apprentissage de ces compétences sera exposé. Nous terminerons la partie théorique en entrant dans le domaine du numérique et y présenterons le logiciel utilisé pour la partie empirique du mémoire. Ensuite, nous exposerons la problématique, les questions et les hypothèses de recherche, ainsi que la démarche méthodologique de cette étude. Les résultats seront présentés et discutés. La conclusion synthétisera les aspects essentiels.

Ce mémoire professionnel a été rédigé à deux. Afin d'optimiser la collaboration, une répartition des tâches a été définie. La planification et la préparation de l'intervention ont été faites en commun, puis l'intervention s'est déroulée dans la classe de stage de l'une d'entre nous. Les lectures ont été effectuées séparément. Finalement, la rédaction du travail a été faite de manière commune.

Le genre masculin est utilisé comme générique dans le but d'alléger le texte ; il vaut pour toutes les personnes.

2. Cadre théorique

2.1 Caractéristiques de l'écrit

L'écriture donne une forme visible aux symboles constitutifs d'une langue. Sa représentation graphique lui permet d'être transportable et conservable. Au cours des siècles, « de nombreuses sociétés se sont dotées d'une écriture capable de répondre aux besoins qui étaient les leurs à un moment de leur histoire » (Brissaud, Cogis, Jaffré, Pellat, & Fayol, 2011, p. 76). Comme ces besoins n'étaient pas toujours identiques, des formes différentes ont pu être choisies à un même moment, ce qui explique certaines différences de graphies (Brissaud et al., 2011). L'écriture peut coder les langues de différentes manières. Au Japon ou en Chine, par exemple, l'écriture code des unités syllabiques ou morphologiques. En français, anglais ou italien, l'écriture est alphabétique. Les écritures varient dans le temps et dans l'espace. « Leurs différences s'accroissent encore quand elles s'adaptent à une langue donnée et se transforment en orthographe » (Brissaud et al., 2011, p. 77). L'orthographe fait ainsi référence à une norme, soit à la façon d'écrire une langue. Les orthographe du monde sont toutes particulières pour des raisons historiques, géographiques et culturelles. Les conventions orthographiques sont des outils sociologiquement complexes, « sensibles à des facteurs historiques, identitaires, ethniques, culturels et politiques, qui dépassent largement le champ de la linguistique » (Fayol & Jaffré, 2016, p. 5). Par conséquent, bien que le français, l'anglais ou l'italien soient des langues alphabétiques, ces langues obéissent chacune à des contraintes particulières, qu'elles soient phonologiques ou grammaticales. Une langue peut ainsi être plus contraignante à orthographier qu'une autre. Depuis une trentaine d'années, les travaux sur l'orthographe ont permis de mettre en lumière les difficultés de l'orthographe française. En 2003, Fayol titrait l'un de ses articles « L'orthographe française est une des plus difficiles du monde. Comment les enfants en déjouent-ils les pièges ? ».

Deux principes régissent toutes les orthographe du monde, le principe phonographique (le rapport entre les sons et les lettres) et le principe sémiographique (le rapport entre les marques écrites et le sens) (Touzin, 2014). La phonographie se compose d'unités graphiques qui peuvent correspondre à des phonèmes, comme dans l'ensemble des orthographe d'Europe, ou des syllabes comme c'est le cas au Japon et en Chine (Fayol & Jaffré, 2016). La sémiographie regroupe l'ensemble des formes graphiques significatives, selon des modalités certes variables mais qui, dans tous les cas, remplissent la même fonction. Les orthographe européennes, par exemple, utilisent les blancs graphiques pour isoler des formes

visuographiques accessibles. En revanche, l'orthographe du chinois associe des morphèmes à des caractères, un mot pouvant correspondre à deux ou trois caractères (Fayol & Jaffré, 2016).

2.2 L'orthographe française

2.2.1 Composantes de l'orthographe

L'orthographe est définie, selon Catach (1980), comme la « manière d'écrire les sons ou les mots d'une langue, en conformité d'une part, avec le système de transcription graphique adopté à une époque donnée, d'autre part, suivant certains rapports établis avec les autres sous-systèmes de la langue (morphologie, syntaxe, lexique) » (p. 16). L'orthographe française peut être répartie en deux catégories : l'orthographe lexicale et l'orthographe grammaticale. Nous entendons, par orthographe lexicale, la façon d'orthographier les mots en conformité avec les conventions de notre système d'écriture (Dumais, Stanké, & Moreau, 2015). L'orthographe dite grammaticale consiste, quant à elle, à connaître et appliquer les règles de morphologie flexionnelle, soit les marques de genre, de nombre des noms, des pronoms personnels et des adjectifs, les marques de mode, de temps, de genre et de nombre pour les verbes (Touzin, 2014). Afin d'être un scripteur habile, il est nécessaire de maîtriser tant l'orthographe lexicale que grammaticale. Ce mémoire se focalisera principalement sur l'orthographe lexicale qui est déjà un défi pour nos élèves tant son apprentissage est complexe.

2.2.2 Complexité de l'orthographe lexicale française

Le français est un système orthographique opaque. Pour mieux comprendre les problèmes posés par ce système, il faut partir de ce que serait un système idéal. Dans ce dernier, à chaque lettre correspondrait un phonème et inversement. Aucun système orthographique réel n'est véritablement idéal, mais certains s'en rapprochent, par exemple ceux de l'espagnol ou de l'italien, alors que d'autres s'en éloignent fortement, comme les systèmes français et anglais. « On a affaire à un continuum : à une extrémité, les systèmes dits opaques – tels le français et l'anglais – et à l'autre extrémité, des systèmes dits transparents – tels l'espagnol ou l'italien » (Fayol, 2006, p. 55).

En français, le seul recours aux correspondances des phonèmes avec les graphèmes ne suffit pas. « Les possibilités de transcription des différents phonèmes du français sont, dans certains cas, relativement nombreuses » (Fayol & Jaffré, 2016, p. 8). Notre alphabet compte 26 lettres permettant d'écrire 36 phonèmes. Or, « le français dispose de 130 graphèmes pour transcrire 36 phonèmes (...) soit 94 de trop » (Martinet, Cèbe, & Pelgrims, 2016, p. 16). L'inconsistance

des correspondances phonèmes-graphèmes du français renvoie à la variabilité des graphies pour transcrire un même son. Le son [o], par exemple, a de nombreuses possibilités de transcription : o, ô, au, eau, etc. « La forte polygraphie des correspondances phonèmes-graphèmes constitue une source majeure de difficultés d'apprentissage de l'orthographe lexicale » (Stanké, Ferlatte, & Granger, 2016, p. 66). À ces difficultés s'ajoutent des lettres muettes (théâtre, hôpital), des orthographe lexicale parfois très peu prévisibles (yacht, thym) et une caractéristique que le français est seul à présenter ; des marques morphologiques qui n'ont le plus souvent pas de correspondance phonologique. Tel est le cas avec des mots qui se terminent par des consonnes muettes (foulard) dont certains renvoient à la morphologie dérivationnelle (petit, petite) (Fayol & Jaffré, 2016). Tel est le cas également de la morphologie flexionnelle, soit le pluriel des noms, des adjectifs et de celui des verbes (les poules rousses picorent) et les marques de genre (notre amie est fâchée).

2.2.3 Lien lecture – écriture

Bien qu'il existe une relation étroite entre lecture et orthographe, acquérir une bonne orthographe est toutefois plus compliqué que de devenir bon lecteur (Touzin, 2014). Le français se caractérise par un degré de consistance fortement asymétrique entre la lecture et l'écriture. L'écriture est beaucoup plus inconsistante que la lecture, car les correspondances phono-graphémiques sont beaucoup plus complexes que les correspondances grapho-phonémiques (Chaves, Totereau, & Bosse, 2012). Par exemple, o, au et eau se lisent [o]. À l'inverse, l'écriture de ce phonème est hautement irrégulière. Cette forte asymétrie de consistance explique aisément pourquoi, en français, apprendre à lire, puis à automatiser la lecture, est beaucoup plus facile qu'apprendre à orthographier.

La lecture ne requiert que des représentations lexicales partielles (reconnaissance du mot) pour être efficiente, alors que l'orthographe nécessite des représentations lexicales complètes pour restituer toutes les lettres du mot (rappel du mot) (Pacton, Foulin, & Fayol, 2005). Ce n'est pas la lecture, par elle-même, qui améliore l'orthographe, car elle n'implique pas forcément le processus de rappel de l'orthographe. À l'inverse, l'orthographe se révèle plus efficace pour améliorer les représentations des mots (elle nécessite plus de précision et d'exactitude dans le rappel des séquences de lettres) (Touzin, 2014). Par conséquent, la pratique de l'orthographe améliore la lecture, alors que la lecture n'est pas suffisante pour apprendre l'orthographe (Fayol & Jaffré, 2014).

2.2.4 Facteurs qui influencent l'apprentissage de l'orthographe

Orthographier un mot met en jeu des compétences langagières, cognitives, ainsi qu'une appropriation des caractéristiques de la langue. Il est nécessaire d'avoir des compétences linguistiques et métalinguistiques, telles que la connaissance des lettres, la conscience phonologique et phonémique ou encore, la compréhension du principe alphabétique. La conscience phonologique est la capacité à segmenter les mots entendus en leurs sons constitutifs (rimes, syllabes, phonèmes) (Égaut, 2001). Dans un premier temps, l'enfant acquiert la conscience syllabique. La conscience phonémique apparaît plus tardivement, au moment où une sensibilisation à la lecture-écriture aurait commencé (notamment avec l'apprentissage des lettres). La conscience phonémique correspond à la prise de conscience des phonèmes qui constituent les mots oraux. La compréhension du principe alphabétique implique, quant à elle, que l'élève saisisse que les lettres et les groupes de lettres dans les mots écrits entretiennent des liens systématiques et prévisibles avec les sons contenus dans les mots oraux. Les compétences orthographiques sont étroitement liées à la conscience phonologique (Touzin, 2014). Il existe une causalité réciproque entre les capacités de conscience phonologique et les compétences de lecture-écriture ; la conscience phonologique améliore les compétences en lecture et écriture, et vice versa (Égaut, 2001).

Des compétences plus transversales sont également essentielles à l'apprentissage de l'orthographe, telles que la mémoire, l'attention et les capacités visuelles. La mémoire à long terme permet de stocker l'enregistrement, le stockage des mots dans les lexiques et leur restitution (Égaut, 2001). La mémoire de travail permet le maintien d'éléments activés nécessaires à la tâche cognitive en cours, comme par exemple le maintien d'un mot en mémoire le temps de l'écrire et de gérer les accords en genre et en nombre. Les compétences attentionnelles permettent de porter l'attention visuelle aux mots nouveaux pour en fixer les séquences de lettres qui vont permettre de les orthographier correctement, ainsi que d'être attentif au cours de la transcription pour écrire correctement (Touzin, 2014). Les capacités visuo-attentionnelles, les habiletés visuelles, ainsi que la mémoire visuelle sont essentielles pour mémoriser les lettres et leur séquence dans les mots.

2.3 Acquisition des compétences orthographiques

À présent, nous allons nous intéresser à la manière dont nous acquérons l'orthographe selon les modèles en stades, puis selon le modèle à double voie.

2.3.1 Modèle par stades

La conception d'étapes successives a longtemps été dominante dans les modèles de l'acquisition du langage écrit. Certains chercheurs s'accordent sur l'idée que l'apprentissage de l'orthographe, comme celui de la lecture, s'organise en stades (Ehri, 1991, 1997; Frith, 1985). Un modèle fréquemment cité est celui de Frith (1985), qui décrit trois stades successifs dans l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe.

Le stade logographique précède la lecture. Au cours de ce stade, les mots sont identifiés globalement, comme des dessins avec lesquels l'apprenti lecteur serait mis en contact. La reconnaissance ne se ferait que par le biais de l'analyse visuelle sans médiation phonologique. L'enfant n'a pas conscience que le mot est fait d'une succession de lettres, ni qu'un code permet de leur attribuer une forme phonologique. À ce stade, le stock de mots reconnus serait limité (Égaut, 2001).

Dans le stade alphabétique, l'enfant apprend le principe alphabétique. Il apprend à segmenter les unités et assimile les règles de correspondances graphèmes-phonèmes. La transcription joue un rôle important à ce stade car elle va aider l'enfant à fixer les règles phonologiques. L'enfant utilise alors essentiellement ses connaissances des correspondances phonographémiques. Il transcrit ainsi les mots tels qu'ils se prononcent. Cette étape est générative ; lorsque l'enfant rencontre un nouveau mot, il lui attribue, par utilisation du code, une phonologie plausible (Égaut, 2001). L'orthographe reste encore très instable.

Le stade orthographique est atteint lorsque l'application des correspondances phonèmes-graphèmes est maîtrisée. En étant régulièrement confronté au mot écrit, l'enfant se constitue progressivement un stock orthographique qui va lui permettre de reconnaître, mais aussi d'orthographier les mots plus rapidement et plus sûrement. La lecture requiert moins de ressources attentionnelles et devient plus fluide. L'accès au sens s'en trouve favorisé. « L'orthographe est fondée sur l'activation de connaissances lexicales spécifiques, solidement installées en mémoire. L'enfant acquiert ainsi des connaissances lui permettant de produire l'orthographe conventionnelle d'un mot et non plus seulement une orthographe phonologiquement plausible » (Daché-Idrissi & Souny-Benchimol, 2012, p. 18).

Selon le modèle de Frith (1985), le passage d'un stade à l'autre n'est possible que lorsque les habiletés propres au stade sont maîtrisées. Cette notion de succession stricte des étapes a été remise en cause au profit de modèles plus dynamiques et interactifs. Intéressons-nous au modèle à double voie qui postule que les stades alphabétique et orthographique interagissent.

2.3.2 Modèle à double voie

Le modèle à double voie de Coltheart (1978) dans l'acquisition de la lecture considère l'existence conjointe de deux procédures de reconnaissance des mots. Ce modèle est valable tant en lecture qu'en écriture (Jacquier-Roux, Valdois, Zorman, Lequette, & Pouget, 2005). Grâce à la voie d'assemblage (dite aussi voie indirecte ou voie phonologique), le scripteur peut, dans le sens de l'écriture, décomposer les phonèmes constitutifs des mots pour les convertir individuellement en graphèmes. Les morceaux sont ensuite assemblés pour reformer le mot. Cette voie est utilisée pour des mots réguliers qui ne sont pas stockés dans le lexique orthographique. Les mots peuvent être traités correctement en appliquant les règles de conversion phono-graphémiques les plus fréquentes (Martinet, 2017). L'enfant construit ainsi les bases de ce qui va être son lexique orthographique (Fayol & Jaffré, 2016). Cette voie ne sera cependant pas efficace pour des mots comportant des irrégularités orthographiques. Grâce à l'autre voie, dite d'adressage (ou voie directe, voie lexicale), le mot peut en revanche être produit correctement. Le scripteur récupère le modèle correct dans son lexique orthographique, pour autant qu'il y soit stocké. Cette voie ne traite que les mots déjà appris dont les représentations sont disponibles au sein du lexique orthographique. Elle est indispensable pour les mots irréguliers dont l'orthographe ne peut être générée par la voie d'assemblage.

Ces deux voies se construisent de manière parallèle, cependant, elles ne sont pas mobilisées dans les mêmes proportions selon le niveau de l'élève. Un scripteur habile utilisera davantage la voie d'adressage grâce aux mots stockés dans son lexique orthographique. Il utilisera tout de même la voie d'assemblage de manière automatisée pour les nouveaux mots qu'il rencontre. Un scripteur débutant, quant à lui, utilisera davantage la voie d'assemblage que la voie d'adressage.

2.4 Apprentissage de l'orthographe

Il existe deux modes d'apprentissage de l'orthographe : un apprentissage implicite, centré sur l'assimilation de régularités, et un apprentissage explicite, portant sur l'intégration de règles, notamment des correspondances phonèmes-graphèmes. Ces deux modes d'apprentissages, bien que distincts, participent tous deux à l'apprentissage de l'orthographe lexicale.

2.4.1 Apprentissage implicite

L'enfant grandit dans une société où l'écrit est omniprésent. L'apprentissage implicite de régularités orthographiques débute dès les premiers contacts avec l'écrit, et ce avant même

l'apprentissage formel de l'écrit (Stanké et al., 2016). Selon Pacton, Fayol et Perruchet (1999, p. 27), « l'apprentissage implicite correspond à un apprentissage non intentionnel dont découlent des connaissances non accessibles à la conscience et difficilement verbalisables ». De nombreux auteurs s'accordent pour soutenir que « l'apprentissage d'un certain nombre de connaissances orthographiques peut se faire de manière implicite » (Martinet et al., 2016, p. 17). Une large série de recherches, conduite par Pacton et ses collègues, a mis en évidence que l'appréhension des doubles consonnes est très précoce et précise ; par exemple, très tôt dans la scolarité, les enfants détectent que les consonnes sont doublées mais non les voyelles, que certaines consonnes ne sont pas ou très rarement doublées (v, k) alors que d'autres le sont fréquemment (t, l, m) (Pacton, Perruchet, Fayol, & Cleeremans, 2001). Ces régularités propres à l'orthographe sont apprises implicitement, par la pratique de la lecture et de l'écriture, sans avoir donné lieu à un enseignement. Les enfants s'avèrent sensibles à la distribution statistique des voyelles et des consonnes (de leurs identités et de leurs positions) dans les formes orthographiques sans que celle-ci leur ait été enseignée (Fayol & Jaffré, 2016). Le contact à la langue écrite aiderait l'enfant à repérer certaines particularités de l'orthographe, à savoir des séquences de lettres fréquemment associées qu'ils utiliseraient ensuite dans leurs transcriptions en les généralisant à des mots connus (Touzin, 2014). Cependant, comme expliqué précédemment, la lecture ne suffit pas pour être bon en orthographe. Comme le souligne Fayol et Jaffré (1999), même si certaines propriétés sont acquises « spontanément du simple fait que les enfants entrent en contact avec des manifestations variées de l'écrit (...), ce contact, même fréquent et précoce, ne suffit pas à induire et assurer l'acquisition. Celle-ci exige un enseignement et corrélativement un apprentissage » (p. 144).

2.4.2 Apprentissage explicite

L'apprentissage explicite est un apprentissage structuré et conscient. La démarche d'enseignement correspondante consiste à rendre l'ensemble des dimensions de son enseignement visibles et explicites (les démarches, le programme, les étapes, les objectifs, ...) (Gauthier, Bissonnette, & Richard, 2013). L'enseignant joue un rôle important et sert de modèle pour ses élèves.

Les compétences linguistiques et métalinguistiques (conscience phonologique, principe alphabétique, connaissance des lettres) nécessitent un enseignement explicite. L'enseignement des règles permet l'installation d'un système de contrôle. L'enfant ou l'adulte pourra utiliser ses connaissances, de façon intentionnelle, pour vérifier ses productions (Bosse & Pacton, 2006). De même, les stratégies pour apprendre l'orthographe doivent être enseignées, afin de

développer chez les élèves un langage orthographique de type métacognitif sur lequel ils pourront « s'appuyer pour s'interroger, raisonner et justifier leurs choix orthographiques » (Daigle et al., 2015, p. 165). L'orthographe grammaticale nécessite également un enseignement explicite. En effet, cette orthographe est coûteuse en attention, car contrairement à l'orthographe lexicale qui peut être automatisée, il faut réfléchir à chaque structure rencontrée pour faire les bons accords (Touzin, 2014). La marque du pluriel ne se manifeste pas de la même façon selon la nature du mot. Les marques morphologiques des noms et des verbes sont souvent confondues. L'acquisition est d'autant plus difficile, car la marque du pluriel est souvent inaudible. Pour que l'enfant puisse se concentrer sur la tâche d'accord des noms et des verbes au pluriel, il ne faut pas qu'il ait d'autres obstacles à surmonter en même temps (Fayol & Jaffré, 2014). S'il maîtrise l'orthographe lexicale des mots, il pourra se concentrer sur l'orthographe grammaticale.

2.5 Stratégies de mémorisation de l'orthographe

Comme décrit dans le paragraphe sur l'acquisition des compétences orthographiques, la stratégie d'assemblage permet d'écrire les mots sur la base de la phonologie. Si le principe des correspondances graphème-phonème n'est pas acquis, la mémorisation d'un mot comme « raison » nécessite de retenir six lettres qui paraissent arbitraires. En revanche, si le principe est acquis, l'orthographe de ce mot se clarifie. L'analyse graphophonologique permet de repérer les graphèmes « r » et « on » qui sont incontournables. Elle permet de comprendre aussi que « ai » représente [é] et que « s » représente [z]. Il faudra retenir ce « ai » et ce « s », « mais l'effort ne porte pas sur la totalité du mot » (Ouzoulias, 2009, p. 2). Bien que cette stratégie soit indispensable pour apprendre à écrire, elle ne suffit pas pour mémoriser l'orthographe lexicale de tous les mots en français. D'autres stratégies sont nécessaires.

Une autre stratégie est l'analogie. Plus le sujet connaît de mots écrits, plus il lui est facile d'en mémoriser de nouveaux, car les premiers constituent des modèles auxquels les mots nouveaux seront ensuite assimilés. Les premiers apprentissages orthographiques sont donc déterminants (Ouzoulias, 2009)

Pour retenir l'orthographe lexicale, on peut encore se référer à la morphologie dérivationnelle ou à l'étymologie. La morphologie dérivationnelle concerne la formation et la construction des mots. Elle permet d'étudier les relations entre les mots d'une même famille à partir des préfixes, suffixes ou lettres muettes (p. ex. grand, grande). Reconnaître la racine d'un mot facilite l'écriture de ses dérivés (Fayol & Jaffré, 2014). Par exemple, le graphème muet à la

fin du mot « dent » est justifié par l'écriture de ses dérivés « dentiste, édenté, ... ». L'étymologie retrace l'histoire des mots dès qu'ils apparaissent et explique les changements de leur orthographe. En découvrant la racine, mais également l'origine des mots, les élèves peuvent faire des liens entre les mots d'une même famille.

De nombreuses ressources pédagogiques proposent des stratégies efficaces et intéressantes pour retenir l'orthographe lexicale. L'outil *Scriptum*, par exemple, élaboré par Martinet, Cèbe et Pelgrims (2016), enseigne l'activité de copie en aidant les apprenants à fixer dans leur mémoire la forme orthographique des mots.

L'acquisition de l'orthographe française ainsi que sa mémorisation sont des processus chronophages qui perdurent toute la vie. Cet apprentissage est difficile pour tout francophone et l'est aussi, voire davantage, pour les élèves que nous suivons dans l'enseignement spécialisé. Dans la suite du travail, nous allons voir comment les troubles du langage impactent l'apprentissage de cette compétence.

2.6 Troubles du langage et impacts sur les apprentissages de la lecture et de l'écriture en français

Dans ce travail, nous nous intéressons aux élèves présentant des troubles du langage écrit. Une définition de leurs difficultés est nécessaire pour comprendre la complexité de ce trouble.

Lorsque l'acquisition et l'automatisation de la lecture et de l'écriture sont significativement affectées sans cause apparente, on parle de dyslexie-dysorthographe. Ces deux troubles se manifestent rarement isolément, leurs mécanismes sous-jacents étant communs (Martinet, 2017).

Dans le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-5) de l'Association Américaine de Psychiatrie (APA, 2013), la dyslexie-dysorthographe développementale fait partie du trouble spécifique des apprentissages (TSA)¹. L'enfant ou l'adulte qui présente un TSA rencontre des difficultés durables à apprendre et utiliser des compétences académiques en dépit d'interventions pédagogiques ciblées. Ses difficultés peuvent concerner : la lecture (hachée, difficile, erronée, nécessitant une attention soutenue) ; la compréhension en lecture, compromettant l'accès au sens d'un texte ; l'orthographe (production massive d'erreurs lexicales) ; l'expression écrite (erreurs grammaticales, de ponctuation, syntaxe peu adaptée) (APA, 2013). Des difficultés en lien avec la numération et le raisonnement mathématique sont également des symptômes possibles du TSA (APA, 2013). Les compétences académiques

¹ À ne pas confondre avec les troubles du spectre de l'autisme (DSM-5)

sont mesurées à l'aide de tests standardisés administrés de manière individuelle. Les retards doivent être quantifiés et significatifs (généralement de 18 mois à 2 ans). Une anamnèse documentée des difficultés rencontrées pendant l'enfance peut permettre d'affiner le diagnostic (Martinet, 2017). Pour poser un diagnostic TSA, les difficultés d'apprentissage ne peuvent pas être mieux expliquées par un déficit intellectuel, une déficience sensorielle, des troubles mentaux ou neurobiologiques, ou d'autres facteurs environnementaux tels des problèmes d'ordre psychosocial (un manque de stimulation), un manque de maîtrise de la langue d'enseignement ou un enseignement inadéquat (APA, 2013). Quant à la cause du TSA, elle serait en partie héréditaire. Elle serait liée à un dysfonctionnement cognitif consécutif à un dysfonctionnement neurologique d'origine génétique (Martinet, 2017).

Il existe trois types de dyslexie-dysorthographe. La dyslexie-dysorthographe phonologique est un trouble qui touche la voie d'assemblage. La maîtrise des règles de conversion graphème-phonème est déficitaire. Ces difficultés conduisent à la production d'erreurs phonologiques de type omission, inversion, ajout ou substitution de phonèmes proches. Le second type se nomme dyslexie-dysorthographe de surface. Dans ce cas, c'est la voie d'adressage qui est déficitaire. Elle est marquée par des difficultés à reconnaître et à écrire les mots irréguliers. « Les mots irréguliers sont le plus souvent écrits comme ils se prononcent, sans prise en compte de leurs particularités orthographiques (« haricot » : « aricau » ; « monsieur » : « messieu ») » (Valdois, 2006, p. 73). Un déficit visuo-attentionnel serait notamment à l'origine de ces difficultés. Finalement, le troisième type se nomme dyslexie-dysorthographe mixte. Comme son nom l'indique, il s'agit d'une association entre la dyslexie-dysorthographe phonologique et de surface. Les deux voies sont touchées ; « la mise en place des procédures de conversions grapho-phonémiques et phono-graphémiques et la mémorisation de l'orthographe spécifique des mots sont déficientes » (Martinet, 2017, p. 33).

Le TSA est un trouble hétérogène qui engendre différentes sortes de difficultés : faible niveau de conscience phonologique, défaut d'automatisation des procédures d'identification des mots, compréhension en lecture altérée, erreurs orthographiques (orthographe lexicale et grammaticale, difficultés de segmentation d'une phrase en mots, difficultés d'appréhension de la ponctuation, erreurs phonologiques), une copie lente et erronée, problèmes organisationnels, vécu d'échecs répétés, etc. D'autres troubles peuvent être associés à un TSA, tels des troubles graphiques, des difficultés praxiques plus globales, des difficultés de concentration voire un TDA-H, des difficultés de mémorisation.

On comprend que ce trouble peut être difficile à repérer. Des remédiations logopédiques et une prise en charge pédagogique sont essentielles pour améliorer le niveau de lecture-écriture. En effet, les difficultés se retrouvent rapidement dans l'ensemble des tâches scolaires, la lecture et l'écriture étant constamment sollicitées en situation d'apprentissage (Touzin, 2014). Il est nécessaire d'entraîner la conscience phonologique, les procédures d'identification des mots, les conversions phonèmes-graphèmes, de fournir des stratégies de mémorisation de l'orthographe ou de mettre en place des aménagements. De plus en plus de logiciels numériques se développent afin de suppléer les compétences touchées par ce trouble.

2.7 Le numérique dans l'enseignement

La recherche que nous proposons s'appuie sur l'utilisation d'un logiciel numérique. Dans notre société, le numérique est omniprésent. Les outils et médias numériques font partie de la vie scolaire. D'une part, ce sont des outils de travail dans l'enseignement, la communication, l'administration et l'organisation scolaires. D'autre part, les outils et médias, qui évoluent très rapidement, font aussi partie du monde où vivent les élèves (Jeunes et médias, 2017). Se servir des médias en toute responsabilité et sécurité est une compétence indispensable dans nombre de situations quotidiennes de la vie privée et professionnelle. « Les élèves qui maîtrisent les médias sont non seulement mieux préparés à affronter l'avenir, mais ils se protègent aussi mieux contre d'éventuelles expériences négatives sur la Toile » (Jeunes et médias, 2017, p. 3). Il est impératif que l'école prépare les individus à se familiariser à un environnement technologique, à développer les savoirs numériques afin de les utiliser à bon escient. Les apprentissages MITIC (médias, images et technologies de l'information et de la communication) sont ainsi prévus par le plan d'études romand (PER) (CIIP, 2010). Les MITIC jouent plusieurs rôles dans le cadre scolaire : « celui d'une discipline scolaire ayant pour objectif l'apprentissage des outils informatiques et multimédias ; celui d'outils permettant de développer et d'élargir les pratiques scolaires en général ; finalement, celui d'une thématique ayant pour enjeu le développement d'un esprit critique et une certaine indépendance face aux développements technologiques et aux médias » (Jeunes et médias, 2017, p. 14). Benoit et Sagot (2008) ont classé et regroupé les outils numériques et applications selon leur fonction. La fonction supplétive permet de faire quand on ne le peut pas (p. ex. suppléer la lecture par la synthèse vocale) ; les applications augmentatives permettent d'en faire davantage, plus vite et mieux ; la fonction tutorielle donne la possibilité d'apprendre de façon différenciée et à son rythme ; la fonction procédurale permet d'organiser sa pensée, développer ses stratégies et acquérir non plus seulement des connaissances, mais

des procédures et des méthodes ; finalement, les applications communicationnelles permettent de consulter des ressources et échanger. Cela constitue nombre d'activités « qui se déclinent et se combinent à l'infini et qui peuvent permettre de mieux adapter l'environnement des tâches scolaires aux besoins de l'enfant » (Benoit & Sagot, 2008, p. 21). Le logiciel qui sera utilisé dans notre recherche a une fonction tutorielle.

Les plus-values du numérique sont nombreuses. Dans le domaine de l'inclusion scolaire, le numérique favorise la création d'environnements facilitants (Benoit & Sagot, 2008). Utilisé comme outil cognitif, il apporte de l'aide et du support aux élèves à besoins éducatifs particuliers, leur donnant accès aux apprentissages (Najjar, 2015). Le numérique favorise l'autonomie grâce au fait que les apprenants ne dépendent plus de l'enseignant ou d'autrui pour réaliser une tâche. L'élève peut travailler à son propre rythme, en respectant ses compétences. Il améliore l'image de soi, se sent capable d'agir et de performer comme les autres (Najjar, 2015). Le numérique devient un vecteur du sentiment de compétence. Les logiciels d'apprentissage sont prometteurs. Leur caractère ludique, leur haute définition graphique, leur rétroaction immédiate permettent de mobiliser l'attention et la motivation des élèves (De Cara & Plaza, 2010). La rétroaction immédiate indique aux élèves si la réponse fournie est la bonne ou non. Si la réponse n'est pas correcte, le programme montre à l'élève comment répondre adéquatement à la question ; le programme indique également dans certains cas pourquoi la réponse est correcte et en quoi les autres sont incorrectes. L'enseignement assisté par ordinateur progresse au rythme des élèves, et ne permet généralement pas le passage à un niveau supérieur tant que ceux-ci n'ont pas maîtrisé l'habileté visée (Hawken, 2009). Le numérique n'a pas que des avantages. Dans le contexte de l'inclusion, l'outil informatique peut devenir un stigmaté (Bacquelé, 2017). L'utilisation du numérique peut amener des contraintes matérielles, telle la nécessité d'être à proximité de sources électriques, avoir la place suffisante, etc. Il existe également des contraintes pédagogiques : l'élève doit maîtriser les nouvelles technologies afin d'en tirer profit ; les outils doivent être adaptés aux besoins et aux situations d'apprentissage proposées en classe ; l'utilisation de l'outil dépend fortement de l'enseignant, qui doit s'appropriier une culture technique (aisance avec l'outil, développer ses connaissances, réfléchir aux modalités pour que l'outil soit efficace) (Bacquelé, 2016, 2017). Finalement, dans le livre « Apprendre avec le numérique : Mythes et réalités », les auteurs montrent que certains arguments en faveur du numérique, telles la motivation ou l'autonomie, ne sont pas forcément prouvés par des travaux

scientifiques et fonctionnent comme des mythes (Amadiou & Tricot, 2014, cité dans Najjar, 2015).

Bien que dans l'ensemble les technologies numériques soient porteuses d'espoirs dans le contexte scolaire, il faut être conscient des obstacles à leur mise en place. Notamment, ces aides numériques restent assujetties à l'accompagnement que leur réserve l'école, tant dans l'organisation et l'adaptation des situations d'apprentissage que dans la reconnaissance et la compréhension des singularités et des besoins d'appartenance des élèves qui les utilisent.

2.8 Vocaboum, logiciel d'aide à l'orthographe lexicale

Vocaboum est un logiciel développé par l'entreprise suisse Dybuster (<https://dybuster.com/fr>). Fondée en 2007, la société Dybuster a notamment développé un programme d'apprentissage en mathématiques intitulé *Calcularis*. *Vocaboum* et *Calcularis* proposent une approche multisensorielle. Ils se veulent adaptés pour les apprenants de la primaire jusqu'à l'âge adulte, aux écoles, thérapeutes ou familles, ainsi qu'aux individus dyslexiques, dysorthographiques ou sans difficulté d'apprentissage. Les fondements des différents programmes reposent sur un travail de collaboration entre enseignants, neuropsychologues et informaticiens de l'Université et de l'École polytechnique de Zurich. En se basant sur la recherche neuropsychologique, sur la façon dont le développement diffère chez les enfants atteints de dyslexie ou de dyscalculie, et sur la manière dont la technologie pourrait déclencher un développement similaire à celui d'enfants ne présentant pas de difficultés d'apprentissage, Dybuster tente d'optimiser le développement du cerveau et le processus d'apprentissage.

La société Dybuster précitée mise sur l'apprentissage par plusieurs sens, l'apprentissage multisensoriel. Leur programme utilise la musique, les couleurs, les formes et la représentation visuelles des mots afin de combiner des informations provenant de différents sens et de les relier pour faciliter les apprentissages. En apprenant par différents sens, de nouvelles connexions cérébrales se créent et le réseau est renforcé. Les connaissances sont alors récupérées plus rapidement et facilement (Dybuster, 2020). Vivant dans des environnements où l'information est intégrée par de multiples modalités sensorielles, le cerveau humain a évolué pour se développer, apprendre et fonctionner de manière optimale dans des environnements multisensoriels. Il a ainsi été démontré que l'apprentissage multisensoriel, par opposition à l'apprentissage unisensoriel, améliore l'apprentissage, la perception, enrichit les souvenirs et facilite la récupération en mémoire (Lehmann & Murray, 2005; Shams & Seitz, 2008, cités dans Kast et al., 2011).

En se basant sur les constats des neurosciences relatifs au multisensoriel, *Vocaboum* est composé de trois jeux. Dans le premier, intitulé « associer les couleurs », l'utilisateur apprend à associer chaque lettre de l'alphabet à une couleur et à un son. Huit couleurs sont utilisées. La correspondance entre les lettres et les couleurs tient compte des lettres facilement confondues par des personnes ayant un trouble spécifique des apprentissages. Par exemple, les lettres « p et b », « p et q », « b et d », « f et v », ou encore « t et d » sont de couleurs différentes. Les couleurs s'estompent au fil du temps afin qu'elles soient mémorisées. Le code de couleur a été conçu pour optimiser les apprentissages de l'orthographe. Les indices de couleurs dans les autres jeux aident à faire les meilleurs choix de lettre et à retenir la bonne façon d'écrire le mot (Dybuster, 2020).

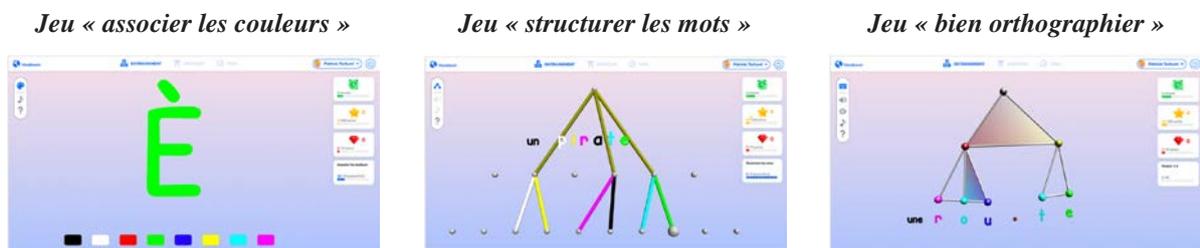


Figure 1 : Jeux du logiciel *Vocaboum*

Le deuxième jeu s'intitule « structurer les mots ». Les utilisateurs doivent segmenter graphiquement le mot en syllabes, puis en lettres. Ce jeu se base sur les constats de la littérature scientifique qui préconise que la conscience phonologique améliore les compétences en lecture-écriture (Dybuster, 2020)

Finalement, dans le troisième jeu nommé « bien orthographier », les mots sont lus à haute voix et la mélodie est jouée. Les sons et les couleurs sont identiques au premier jeu. Les structures sont les mêmes que dans le second jeu. Concernant les formes, les lettres majuscules sont représentées par un cylindre, les lettres minuscules par une sphère et les accents par une pyramide. À l'aide des couleurs, des formes, des structures et des sons, l'utilisateur doit écrire le mot correctement. S'il tape la bonne lettre, il entendra le son correspondant à la couleur de la lettre. Dans le cas contraire, un ton d'erreur retentit et la forme correspondante clignote. L'utilisateur peut alors corriger immédiatement son erreur.

La rétroaction immédiate est importante dans l'acquisition de l'orthographe lexicale. Dans leur étude, Stanké, Ferlatte et Granger (2016) ont démontré l'efficacité de l'enseignement de l'orthographe lexicale sans erreur. Deux listes de sept pseudo-mots ont été enseignées à deux groupes élèves de 5^{ème} année primaire. L'orthographe des pseudo-mots de l'une des listes a été enseignée avec erreurs, tandis que l'autre a été enseignée sans erreur. L'apprentissage des

pseudo-mots a été évalué à l'aide de dictées réalisées immédiatement après la période d'enseignement, à savoir une semaine plus tard et un mois plus tard. Les résultats montrent l'impact négatif de l'enseignement avec erreurs dans le temps et plus encore chez les enfants faibles orthographes. Ouzoulias (2009) partage cette idée en mentionnant que le risque, en écrivant ou en relisant des formes inexactes, est que « l'élève apprend implicitement ces erreurs et que cela nuise à la mémorisation du lexique orthographique » (p.3). Cela s'applique également aux adultes ; plus nous sommes soumis à la lecture de formes erronées (comme les enseignants qui corrigent beaucoup de copies avec des fautes), plus cela fragilise l'orthographe en augmentant le nombre d'hésitations. Il est donc évident que la présentation d'une forme orthographique correcte améliore la performance orthographique, alors que celle d'une forme erronée la dégrade (Touzin, 2014).

Les entrées multisensorielles du logiciel visent à augmenter la mémorisation de l'orthographe lexicale des mots (Dybuster, 2020). La force de mémorisation des phonèmes et des graphèmes est supposée être renforcée par les associations visuelles et auditives entre les graphèmes et les phonèmes (Kast, Meyer, Vögeli, Gross, & Jäncke, 2007). Les effets bénéfiques d'un entraînement audiovisuel portant sur la discrimination phonémique ont été démontrés dans des nombreuses études conduites auprès d'enfants dyslexiques (Ecalte & Magnan, 2006; Magnan, Ecalte, Veuillet, & Collet, 2004). Dans l'étude d'Ecalte, Magnan, Bouchafa et Gombert (2009), suite à un tel entraînement, les dyslexiques ont amélioré leurs compétences en lecture et en orthographe. Les enfants dyslexiques, ayant un traitement phonologique déficitaire, pourraient profiter d'une stratégie de codage visuel non-phonologique (Kast et al., 2011). Ils tireraient profit des multiples entrées sensorielles.

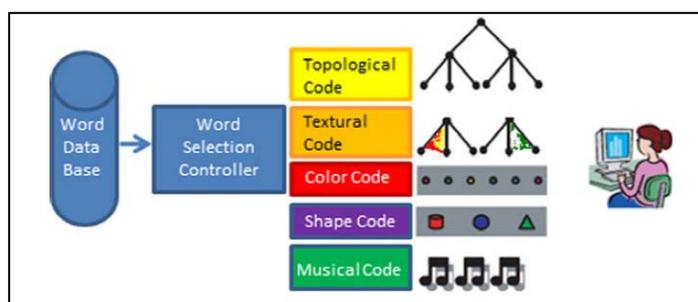


Figure 2 : Mots codés dans *Vocaboum* selon les entrées multisensorielles (Kast et al., 2011)

Au niveau de l'utilisation du logiciel, chaque utilisateur a son propre compte. Des points sont accumulés dans les exercices. Grâce à ces points, les utilisateurs peuvent obtenir des récompenses. Lorsqu'un module est terminé, un feu d'artifice les félicite. L'utilisateur peut visualiser son statut d'apprentissage à tout moment et constater ses progrès et réalisations.

Il est possible de s'entraîner sur des mots proposés par le logiciel, ou de créer ses modules en y ajoutant ses propres mots. Les mots du logiciel sont classés en listes selon une difficulté croissante, les mots les plus faciles étant travaillés en premier. Les listes existantes ont été développées et codées par des logopédistes qui se sont basés sur la fréquence d'utilisation des mots en français.

L'enseignant² peut accéder au menu et obtenir l'aperçu du travail de ses élèves. Il peut également évaluer les progrès en détail. Il peut, par exemple, afficher le temps d'apprentissage, la répartition du travail et l'utilisation du temps, afficher les modules qui ont été travaillés et ceux qui doivent encore être intégrés au programme d'apprentissage, accéder à une analyse détaillée des erreurs (afficher la probabilité d'erreur pour chaque lettre, afficher les mots avec le nombre d'erreurs par module, indiquer le nombre de mots corrects, appris ou répétés). Ces options d'évaluation offrent un aperçu transparent de l'état actuel des connaissances des élèves (Dybuster, 2020).

Grâce à des algorithmes, le programme contrôle les contenus d'apprentissage et génère continuellement un apprentissage individualisé pour chaque utilisateur (Solenthaler, Klingler, Käser, & Gross, 2018). Le programme vérifie l'état d'engagement des utilisateurs (si un élève est déconcentré et ne joue pas pendant quelques minutes, un message apparaît pour le recentrer sur le jeu). Un contrôle est également effectué sur les mots entraînés ; les utilisateurs sont interrogés sur tous les mots d'un module jusqu'à ce qu'ils soient considérés comme appris. Selon le nombre d'erreurs, les mots sont réintroduits dans l'entraînement (Solenthaler et al., 2018).

En 2007, Kast et ses collègues ont testé les effets de *Dybuster Orthographe*, ancienne version de *Vocaboum*, sur les performances en écriture d'enfants avec et sans dyslexie. 43 enfants dyslexiques et 37 enfants normo-lecteurs, de langue allemande, ont suivi un entraînement sur le logiciel (15 à 20 minutes, 4 jours par semaine) pendant trois mois. Afin d'évaluer les compétences en écriture, les enfants devaient rédiger une dictée de 100 mots avant et après l'entraînement de trois mois sur *Dybuster Orthographe*. La moitié des mots a été entraînée sur le logiciel. Les cinquante autres mots n'ont pas fait l'objet d'un apprentissage. Les deux groupes de mots (appris et non appris) ont été choisis en fonction de leur fréquence et de leur difficulté équivalentes. Tous les élèves ont bénéficié de l'entraînement multisensoriel sur ordinateur. Les résultats ont montré des améliorations en écriture dans les deux groupes. Les auteurs ont notamment remarqué un transfert des mots appris vers les mots non appris. En

² Le terme d'enseignant est utilisé mais il peut être remplacé par un adulte, thérapeute, parent, etc.

effet, les enfants ont fait moins d'erreurs sur ces mots dans le post-test par rapport au pré-test. Ils auraient transféré leurs nouvelles connaissances des mots appris sur les mots non appris. Malgré ces résultats encourageants, cette étude n'a pas de groupe contrôle, soit un groupe ne bénéficiant pas de l'intervention sur le programme informatique. Par conséquent, nous ne pouvons affirmer que le logiciel permette de progresser davantage que le ferait un autre type d'enseignement ou une autre intervention.

Depuis 2007, la version du logiciel a été améliorée et s'appelle maintenant *Vocaboum*. En comparaison avec *Dybuster Orthographe*, *Vocaboum* contient un code phonologique supplémentaire et un contrôleur de sélection de mots.

Le code supplémentaire, *textural code*, permet de visualiser le lien lorsque plusieurs lettres codent un phonème. Par exemple, sur la figure 3, le phonème [ou] du mot « route » est mis en évidence pour montrer que ces deux lettres forment un seul phonème.

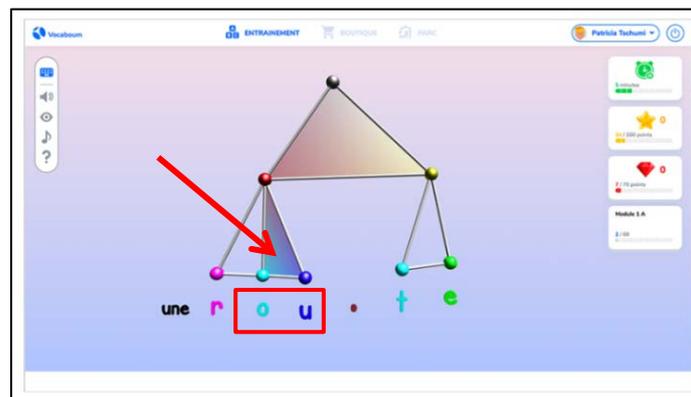


Figure 3 : Code supplémentaire de la nouvelle version *Vocaboum*

La deuxième adaptation porte sur le contrôle de la sélection des mots, qui permet une analyse plus fine et détaillée des erreurs des utilisateurs. En plus de gérer les erreurs de frappe et les confusions de lettre, le nouveau modèle permet de reconnaître les erreurs de correspondances phonèmes-graphèmes et les confusions auditives. Cela permet de s'adapter aux forces et faiblesses de chacun.

En 2011, Kast et ses collègues ont fait une étude pour tester la révision du logiciel. Ils ont comparé les progrès d'apprentissage d'enfants dyslexiques travaillant soit sur l'ancienne version du logiciel, soit sur la version adaptée. Les résultats ont montré que les enfants ont bénéficié du logiciel révisé de manière significative. En effet, ils ont profité du code supplémentaire. En outre, le fait que le logiciel s'adapte aux difficultés spécifiques des enfants et les confronte à leurs problèmes de manière répétée leur a permis de faire moins d'erreurs phonologiques (soit relatives aux correspondances graphèmes-phonèmes).

Les auteurs ont également étudié les compétences orthographiques de 37 enfants dyslexiques et de 25 enfants normo-lecteurs sur le nouveau logiciel. Conformément aux résultats obtenus en 2007, les élèves des deux groupes ont profité du logiciel et ont amélioré leurs compétences en orthographe. Les enfants dyslexiques ont pu renforcer leurs connaissances des correspondances graphème-phonème grâce au logiciel. Les auteurs suggèrent que les indices visuels et auditifs ont facilité la mémorisation des informations phonologiques. À nouveau, malgré ces résultats prometteurs, le fait qu'il n'y ait pas de groupe contrôle ne permet pas d'affirmer que les améliorations soient uniquement dues au logiciel.

Afin de mieux comprendre les facteurs qui permettent d'acquérir les compétences orthographiques, Kast et ses collègues (2011) ont également analysé l'influence des capacités cognitives, telles que l'attention et la mémoire sur le comportement d'apprentissage. En ce qui concerne l'attention, les enfants ayant de faibles ressources attentionnelles ont tout autant bénéficié de l'entraînement sur *Vocaboum* que les enfants ayant de bonnes ressources attentionnelles. Les auteurs expliquent ce résultat par le fait que ces enfants ont besoin d'une orientation claire et qu'ils auraient bénéficié d'un programme ludique, qui s'adapte aux besoins de l'élève. Concernant la mémoire, les enfants ayant de bonnes compétences mnésiques ont grandement bénéficié des informations fournies par le logiciel d'apprentissage, car il renforce la récupération des lettres ou des phonèmes stockés dans la mémoire. Les données ont montré que la mémoire est essentielle dans l'acquisition de compétences orthographiques. Il existe en effet une corrélation positive entre les capacités mnésiques et les progrès d'apprentissage, indépendamment de la dyslexie.

Les deux études présentées ayant testé le logiciel ont été réalisées sur des enfants de langue allemande. Leurs résultats sont difficilement généralisables sur la langue française, tant les systèmes orthographiques de ces deux langues diffèrent. Seymour, Aro et Erskine (2003) ont classifié une dizaine de langues européennes en fonction de leur structure syllabique (simple, complexe) et de leur profondeur orthographique (transparente, opaque). À la fin de la première année d'enseignement de la lecture et de l'écriture dans leurs langues respectives, les enfants de langue allemande ont pu lire 98% de mots correctement, comparé à 79% pour les enfants de langue française. La langue allemande étant plus transparente que la langue française, il serait intéressant de vérifier l'efficacité du logiciel *Vocaboum* sur des enfants francophones.

3. Problématique, questions et hypothèses de recherche

Comme nous l'avons constaté dans le cadre théorique, l'orthographe lexicale française est difficile à acquérir. Elle l'est d'autant plus pour des enfants ayant des troubles spécifiques des apprentissages. L'une de nous travaille cette année dans une classe spécialisée pour des élèves ayant des troubles du langage oral et écrit. Dans le cadre de ce travail de recherche, nous nous intéressons aux effets du logiciel *Vocaboum* sur les performances en lecture et en écriture de ces élèves. Nous cherchons à savoir si la mise en place d'une intervention avec ce logiciel permet d'améliorer les performances en lecture-écriture chez des élèves de cette population. Nous souhaitons également vérifier si les effets se généralisent à des mots non-travaillés, s'ils ont des répercussions positives sur les performances en orthographe grammaticale et si les effets se maintiennent dans le temps.

Ceci nous amène aux questions de recherche suivantes : quels sont les effets de l'utilisation du logiciel informatique d'apprentissage multisensoriel *Vocaboum* (3x/semaine pendant 15 minutes, durant 8 semaines) sur l'écriture et la lecture de mots réguliers, entraînés ou non, d'élèves de l'enseignement spécialisé ayant un trouble spécifique des apprentissages ? Le fait de connaître l'orthographe lexicale des mots permet-il de libérer des ressources attentionnelles pour se consacrer à l'orthographe grammaticale ? Ces effets se maintiennent-ils dans le temps ?

L'aspect ludique du logiciel devrait motiver les élèves. Le multisensoriel (couleurs et sons) leur permettrait de s'appuyer sur d'autres canaux sensoriels pour apprendre. Comme l'ont démontré Kast et al. (2011), ces élèves, dont le traitement phonologique est déficitaire, tireraient profit des multiples entrées sensorielles. Le fait de recevoir des réponses immédiates serait bénéfique pour mémoriser la bonne orthographe des mots. D'autre part, le logiciel permet de renforcer et d'automatiser la conscience phonologique. Les mots sont segmentés en syllabes puis en phonèmes. Dans le dernier jeu, les phonèmes sont convertis en graphèmes. Comme nous l'avons vu dans le cadre théorique, les compétences orthographiques sont étroitement liées à la conscience phonologique (Touzin, 2014). Travailler la conscience phonologique devrait améliorer les compétences en lecture et écriture des élèves. Elle devrait développer l'utilisation de la voie d'assemblage. Le fait d'apprendre l'orthographe lexicale des mots devrait améliorer la lecture (Fayol & Jaffré, 2014). Finalement, le fait de maîtriser l'orthographe lexicale des mots devrait libérer des ressources attentionnelles pour se consacrer à l'orthographe grammaticale (Fayol & Jaffré, 2014).

En se basant sur les constats de la littérature scientifique, voici nos hypothèses. L'utilisation de *Vocaboum* devrait permettre d'obtenir :

Des effets directs :

- Un apprentissage de l'orthographe lexicale de mots travaillés (mots réguliers connus)
- Une amélioration de la fluidité en lecture des mots travaillés (mots réguliers connus)

Des effets indirects :

- Un transfert des compétences sur des mots non-travaillés (mots réguliers inconnus)
- Une amélioration des compétences en orthographe grammaticale (en soulageant le coût cognitif lié à l'orthographe lexicale)

4. Méthodologie

L'objectif de notre étude est de déterminer l'impact de l'utilisation d'un logiciel sur la lecture et l'écriture d'élèves ayant un trouble spécifique des apprentissages. Dans cette section, les différents aspects méthodologiques permettant d'atteindre cet objectif vont être présentés.

4.1 Type de recherche

Notre devis de recherche est quantitatif. La recherche que nous proposons correspond à un protocole expérimental à cas unique. Le but de ce type de recherche est de permettre l'évaluation d'une intervention donnée. On entend par intervention, « toute modification planifiée de l'environnement qui cherche à exercer une influence sur le comportement d'un individu en fonction d'objectifs déterminés » (Petitpierre & Lambert, 2014, p. 58). Nous avons choisi ce type de protocole car, d'une part, le nombre de participants à notre étude était trop restreint pour composer des échantillons permettant d'atteindre une puissance statistique suffisante. D'autre part, l'hétérogénéité des fonctionnements individuels des élèves a rendu la composition d'échantillons homogènes difficile. Cela aurait été nécessaire pour réaliser des comparaisons entre groupes (Petitpierre & Lambert, 2014). L'étude à cas unique nous permet d'évaluer les effets d'une intervention auprès d'un individu. L'intervention est collective, mais les mesures sont individuelles. En d'autres termes, la personne est comparée à elle-même ; les mesures des variables dépendantes sont réalisées de manière répétée, avant, pendant et après l'intervention. Dans notre étude, trois prises de mesures ont été faites avant l'intervention afin de constituer une ligne de base pour chaque élève (cf. tableau 1). Durant l'intervention qui a duré huit semaines, quatre mesures ont été prises, soit une toutes les deux semaines. Finalement, une dernière mesure a été faite six semaines après l'intervention pour mesurer les effets à long terme.

Tableau 1 : Plan de recherche

Avant intervention	Intervention (8 semaines)	Après intervention
3 prises de mesures <u>avant</u> l'intervention pour créer la ligne de base	4 prises de mesures (une toute les deux semaines)	1 prise de mesures <u>6 semaines après</u> l'intervention

4.2 Contexte et participants

La recherche s'est déroulée dans une classe de logopédie où l'une de nous a effectué son stage durant les jeudis matin de l'année scolaire 2020-2021. Il est ainsi important de préciser qu'il ne s'agit pas de sa propre classe et qu'elle ne connaissait pas les élèves avant la rentrée scolaire. Les classes de cet établissement s'adressent principalement aux élèves qui présentent des troubles sévères du langage et de la communication, entraînant des difficultés et des retards importants dans l'acquisition des apprentissages scolaires. Ces élèves ne peuvent plus suivre un enseignement ordinaire, malgré les ressources mises en place. Ils ont un niveau intellectuel dans la norme. Ces classes de langage, comme ressources sur le plan scolaire et thérapeutique, sont en principe limitées dans le temps. Dans la mesure du possible, l'objectif d'un retour dans le circuit scolaire ordinaire est visé.

L'intervention s'est faite dans une classe de huit élèves francophones, composée de six garçons et de deux filles. La classe est suivie par deux enseignantes titulaires qui se partagent la gestion de classe. En moyenne, les élèves ont un niveau de 5^{ème} Harnos. Il y a toutefois des différences interindividuelles entre les élèves selon les branches scolaires. Tous les élèves ont un diagnostic et sont suivis par des thérapeutes (psychologues, logopédistes et psychomotriciens). D'après les bilans auxquels nous avons pu avoir accès, les élèves ont tous un QI dans la norme. Les informations relatives aux compétences en langage écrit ainsi qu'à des compétences plus transversales et socio-émotionnelles sont recensées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Informations relatives aux participants

	Difficultés et besoins en langage écrit	Compétences transversales et socio-émotionnelles
Élève A. (9 ;4 ans)	Difficultés en compréhension du langage écrit et en langage oral.	Bonne mémoire de travail
Élève E. (9 ;0 ans)	Lecture : engendre une grande fatigabilité. Confusions visuelles (p-q-b-d) et auditives (on-an). Écriture : coûteuse en énergie. Correspondance phonème-graphème difficile lors de l'écriture de phrases (surcharge cognitive). Besoin d'automatiser les voies d'assemblage et d'adressage.	Capacité d'inhibition faible
Élève G. (9 ;0 ans)	Segmentation phonémique difficile, omissions de lettres en écriture. Confusion de sons complexes (on-en). Besoin d'automatiser le décodage.	Difficultés au niveau de la mémoire à long terme

Élève K. (9 ;9 ans)	Conscience phonologique et correspondance graphème-phonème (CGP) faibles. Lecture lente et imprécise. Confusions visuelles et auditives, omissions, inversion de lettres. Confusions entre graphèmes. Besoin d'automatiser les voies d'assemblage et d'adressage.	Difficultés attentionnelles
Élève S. (9 ;8 ans)	Lecture : difficile, difficultés de reconnaissance des graphèmes composés. Écriture : engendre une surcharge cognitive. Besoin d'automatiser les voies d'assemblage et d'adressage.	-
Élève T. (10 ;1 ans)	Lecture : engendre une grande fatigabilité. Écriture : confusion de lettres et de digraphes. Généralisation des compétences difficile en lecture et écriture. Besoin d'automatiser les voies d'assemblage et d'adressage.	Difficultés attentionnelles ; Fonctions exécutives touchées (mémoire travail déficitaire, manque de flexibilité, persévération de l'erreur, planification et organisation difficiles) ; Crises d'épilepsie
Élève Va. (9 ;3 ans)	Lecture : beaucoup d'erreurs, voie d'assemblage et d'adressage insuffisamment développées, CGP faible. Écriture : beaucoup d'erreurs en orthographe lexicale. Difficulté à discriminer les phonèmes proches.	-
Élève Vi. (9 ;8 ans)	Besoin d'affiner la voie d'assemblage. Lecture : erreurs de déchiffrage.	Mémoire de travail faible

L'une de nous a l'occasion de travailler le français avec le groupe-classe durant la matinée du jeudi. En vocabulaire, les élèves travaillent sur le thème du portrait afin d'enrichir leur vocabulaire. Nous trouvons intéressant que les élèves puissent également acquérir l'orthographe lexicale de ces mots.

Pour cette étude, nous avons ainsi choisi des mots relatifs au thème du portrait qui ont été abordés en classe mais qui n'ont pas fait l'objet d'un enseignement spécifique au niveau orthographique. 32 mots réguliers ont été sélectionnés. Quatre mots étaient introduits par semaine, si bien qu'au bout de nos huit semaines d'intervention, tous les mots ont pu être introduits (cf. tableau 3).

Les mots ont été choisis parmi les listes de mots déjà existants sur le logiciel *Vocaboum*. Ils ont été introduits dans leur ordre d'apparition sur le programme, c'est-à-dire en fonction de leur difficulté croissante.

Tableau 3 : Mots introduits dans l'intervention en fonction des semaines

Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Semaine 7	Semaine 8
Tête	Costume	Blanc	Dent	Jambe	Muscle	Épaule	Habit
Homme	Fille	Oreille	Garçon	Vert	Méchant	Pantalon	Front
Barbe	Gros	Grand	Magnifique	Cou	Calme	Ventre	Menton
Enfant	Nez	Chapeau	Vieux	Lèvre	Sourcil	Casquette	Sourire

4.3 Outils de mesures

Afin de tester nos hypothèses, quatre mesures dépendantes ont été élaborées. Pour la création et la correction de ces dernières, nous nous sommes inspirées de l'Outil de Dépistage des Dyslexies Version 2 (Jacquier-Roux et al., 2005). Pour chaque mesure, des traces d'élèves se trouvent en annexe 3.

4.3.1 Mesure A : production écrite des mots travaillés

Pour répondre à la première hypothèse, nous avons testé les compétences des élèves en orthographe lexicale des mots sélectionnés pour l'intervention. Pour nos huit mesures, nous avons pris aléatoirement les mots et les avons changés d'un temps à l'autre (cf. tableau 4). Dès le temps 5, deux mots de chaque semaine étaient systématiquement évalués. Les élèves écrivaient les mots dictés sur une feuille à l'aide d'un crayon papier. Afin de coter cette première mesure, nous avons compté le nombre de mots écrits correctement sur le nombre total de mots évalués.

Tableau 4 : Mesure A (production écrite de mots travaillés) – mots évalués en fonction des différents temps

Avant interv.	Temps 1	Mots 1 à 8 : tête, homme, barbe, enfant, costume, fille, gros, nez
	Temps 2	Mots 5 à 12 : costume, fille, gros, nez, blanc, oreille, grand, chapeau
	Temps 3	Mots 9 à 16 : blanc, oreille, grand, chapeau, dent, garçon, magnifique, vieux
Durant interv.	Temps 4	8 mots : tête, homme, barbe, enfant, costume, fille, gros, nez (mots 1 à 8)
	Temps 5	8 mots : tête, barbe, enfant, fille, blanc, grand, dent, magnifique (2 mots de chaque semaine)
	Temps 6	12 mots : tête, homme, costume, fille, blanc, oreille, dent, garçon, jambe, vert, muscle, méchant (2 mots de chaque semaine)
	Temps 7	16 mots : barbe, enfant, gros, nez, grand, chapeau, magnifique, vieux, cou, lèvre, calme, sourcil, ventre, casquette, menton, sourire (2 mots de chaque semaine)
Après interv.	Temps 8	16 mots : tête, homme, costume, fille, blanc, oreille, dent, garçon, jambe, vert, muscle, méchant, épaule, pantalon, habit, front (2 mots de chaque semaine)

4.3.2 Mesure B : lecture des mots travaillés

Afin de tester notre seconde hypothèse, les élèves devaient lire la liste des 32 mots en 30 secondes. L'ordre était différent à chaque prise de mesures. Le nombre d'erreurs et le temps de lecture (s'il était inférieur à 30 secondes) ont été notés. Afin de coter cette deuxième mesure, nous avons divisé le nombre de mots lus correctement par le temps en secondes.

4.3.3 Mesure C : production écrite de pseudo-mots (mots non-travaillés)

Pour la troisième hypothèse, nous avons testé si l'entraînement au logiciel *Vocaboum* avait des répercussions positives sur des items non-entraînés. Pour ce faire, nous avons privilégié l'utilisation de pseudo-mots. Ce choix nous assure que les enfants n'ont jamais été exposés à l'orthographe des mots. Deux séries de huit pseudo-mots ont été conçues en suivant les mêmes critères, de façon à ce que le degré de difficulté soit équivalent et que les deux listes puissent être administrées alternativement (cf. tableau 5). Les élèves écrivaient les mots dictés sur une feuille à l'aide d'un crayon papier. En ce qui concerne la correction, nous avons accordé un point pour toute forme orthographique phonologiquement correcte. Par exemple, pour le pseudo-mot « givol », les orthographes suivantes étaient acceptées : jivol, givaul, jivole.

Tableau 5 : Mesure C (production écrite de mots non-travaillés) – séries de pseudo-mots

Série 1	repsil	sande	givol	chon	bideuse	fudin	strivoda	tapourel
Série 2	lepsir	fande	vogil	onch	pideuse	findu	stradivo	roupatel

4.3.4 Mesure D : mesure de l'orthographe grammaticale

Finalement, notre dernière mesure visait à observer si l'entraînement de l'orthographe lexicale avait un effet positif sur les performances en orthographe grammaticale. Les quatre phrases que nous avons inventées sont présentées dans le tableau 6. Elles sont constituées de deux noms, deux adjectifs et d'un verbe. Les élèves écrivaient les phrases dictées sur une feuille à l'aide d'un crayon papier. La cotation de chaque phrase s'est faite sur cinq points ; un point était accordé pour tout accord grammatical correct.

Tableau 6 : Mesure D (orthographe grammaticale) – les accords évalués sont mis en évidence (5 points par phrase)

Phrase 1	Les petits <u>s</u> enfants <u>s</u> mett <u>ent</u> de jolis <u>s</u> costumes <u>s</u>
Phrase 2	Les jeunes <u>s</u> filles <u>s</u> port <u>ent</u> de magnifiques <u>s</u> chapeaux <u>x</u>
Phrase 3	Les grands <u>s</u> garçons <u>s</u> ador <u>ent</u> les têtes <u>s</u> méchantes <u>s</u>
Phrase 4	De vieu <u>x</u> hommes <u>s</u> mett <u>ent</u> des oreilles <u>s</u> vert <u>es</u>

4.4 Intervention

L'intervention a débuté au moment où les élèves ont commencé à utiliser le logiciel *Vocaboum* pour apprendre l'orthographe lexicale des 32 mots que nous avons sélectionnés. Les trois jeudis précédant le début de cette intervention, soit les jeudis 24 septembre, 1^{er} et 8 octobre 2020, les élèves ont eu l'opportunité de se familiariser avec le logiciel *Vocaboum* afin de connaître l'application au moment de l'intervention. L'idée était qu'ils découvrent les différents jeux et qu'ils comprennent le fonctionnement du programme. Les élèves se sont entraînés, par exemple, avec les « mots à savoir » de la dictée. Ces mots n'ont pas fait partie de l'intervention. Les élèves se sont vite approprié le logiciel. L'une de nous était présente pour les guider dans l'utilisation du logiciel et pour gérer les problèmes techniques. Les élèves ont également appris à se connecter sur leur compte respectif. Chaque élève travaillait sur un ordinateur portable ou une tablette de manière autonome. Les élèves étaient munis d'un casque audio pour ne pas déranger les autres et pour être pleinement concentrés sur leurs exercices. Cette période de test et de sensibilisation a également permis aux enseignantes titulaires de prendre connaissance du logiciel.

L'intervention a débuté le 5 novembre 2020 et s'est terminée à la mi-janvier 2021, entrecoupée par les vacances de Noël. Cela représente au total huit semaines d'intervention (cf. tableau 7). Les élèves travaillaient sur le logiciel à raison de trois fois par semaine. Ces trois entraînements duraient chacun entre 15 et 20 minutes. L'une de nous intervenant dans cette classe le jeudi matin, les élèves débutaient leur semaine d'entraînement ce jour-là. L'entraînement se faisait toujours avant la récréation. Les deux autres entraînements se poursuivaient le lundi et le mardi de la semaine suivante avec les enseignantes titulaires. Tous les jeudis, quatre nouveaux mots étaient introduits. Les élèves s'entraînaient uniquement sur ces derniers. Durant les entraînements du lundi et du mardi, les élèves revoyaient tous les mots vus jusqu'alors. Pour résumer, quatre mots étaient introduits le jeudi et tous les mots appris étaient réactivés deux fois par semaine, soit le lundi et le mardi. Les élèves se sont ainsi entraînés entre 45 et 60 minutes par semaine sur le logiciel.

Tableau 7 : Plan d'entraînement durant l'intervention

Intervention	Entraînement du jeudi	Entraînements du lundi et du mardi
Semaine 1	Introduction de 4 nouveaux mots (05.11.2020)	Entraînement sur 4 mots appris (9-10.11.2020)
Semaine 2	4 nouveaux mots (12.11.2020)	Entraînement sur 8 mots appris (16-17.11.2020)

Semaine 3	4 nouveaux mots (19.11.2020)	Entraînement sur 12 mots appris (23-24.11.2020)
Semaine 4	4 nouveaux mots (26.11.2020)	Entraînement sur 16 mots appris (30.11- 01.12.2020)
Semaine 5	4 nouveaux mots (03.12.2020)	Entraînement sur 20 mots appris (07-08.12.2020)
Semaine 6	4 nouveaux mots (10.12.2020)	Entraînement sur 24 mots appris (14-15.12.2020)
Semaine 7	4 nouveaux mots (07.01.2021)	Entraînement sur 28 mots appris (11-12.01.2021)
Semaine 8	4 nouveaux mots (14.01.2021)	Entraînement sur 32 mots appris (18-19.01.2021)

L'orthographe lexicale des mots n'a été entraînée que par le biais du logiciel. Aucun autre enseignement sur l'orthographe de ces mots n'a été réalisé. Aucune consigne spécifique n'était donnée aux élèves durant les entraînements. Une routine a été mise en place avec ces derniers. Lorsqu'ils devaient travailler sur le logiciel, chacun prenait son ordinateur ou sa tablette, se connectait sur son compte et commençait son entraînement. L'élève passait obligatoirement par les trois jeux du logiciel. Les modules ont été préparés en amont de l'intervention. Il nous suffisait de les activer lors de chaque nouvel entraînement. Les enseignantes étaient à disposition pour résoudre les problèmes techniques liés à l'informatique. Le logiciel faisait son travail grâce aux algorithmes en s'adaptant au niveau et au rythme de chacun.

4.5 Procédure

Les mesures avant, pendant, et après l'intervention ont toutes été récoltées par la même expérimentatrice sur les jeudis matin, après la récréation. Lorsqu'il y avait la prise de mesures et l'entraînement sur le logiciel, les élèves débutaient par l'entraînement avant la récréation, puis les mesures étaient prises après la récréation. Un tournus avait été mis en place avec l'enseignante titulaire. L'examinatrice avait une salle réservée et s'y rendait avec deux élèves pour les évaluer. Pendant ce temps, deux autres élèves étaient en thérapie et les quatre restants travaillaient en classe avec leur enseignante. Cette manière de procéder a permis de pouvoir s'adapter au rythme des élèves pendant la prise de mesures. L'espace permettait de disposer les deux élèves de façon à ce qu'ils ne puissent pas copier leurs réponses. Les mesures ont toujours été effectuées dans le même ordre. Nous débutons par la mesure A (production

écrite des mots travaillés). La mesure B (lecture des mots travaillés) était ensuite évaluée. Les élèves lisaient l'un après l'autre la liste des 32 mots en 30 secondes. Une fois cette mesure effectuée, la mesure C (production écrite de mots non-travaillés) était prise. Finalement, la dernière mesure (orthographe grammaticale) était évaluée. Lorsque les élèves avaient terminé, ils retournaient en classe et le prochain binôme se rendait chez l'expérimentatrice. Toutes les corrections ont été faites par nous deux.

Avant l'intervention, les mesures (A, B, C et D) ont été effectuées sur trois jeudis (T1, T2, T3), afin de constituer la ligne de base (cf. tableau 8).

Tableau 8 : Mesures prises avant l'intervention

24.09.20	Temps 1	Mesure A : Mots travaillés temps 1 Mesure B : Lecture 32 mots	Mesure C : Pseudo-mots série 1 Mesure D : Phrase 1
01.10.20	Temps 2	Mesure A : Mots travaillés temps 2 Mesure B : Lecture 32 mots	Mesure C : Pseudo-mots série 2 Mesure D : Phrase 2
08.10.20	Temps 3	Mesure A : Mots travaillés temps 3 Mesure B : Lecture 32 mots	Mesure C : Pseudo-mots série 1 Mesure D : Phrase 3

Durant l'intervention, les quatre mesures (A, B, C et D) ont été prises quatre fois (T4 à T7), soit une toutes les deux semaines (cf. tableau 9).

Tableau 9 : Mesures prises durant l'intervention

Intervention	Jeudi	Mesures
Semaine 1	05.11.2020	Pas de prise de mesures
Semaine 2	12.11.2020	Temps 4 Mesure A : Mots travaillés temps 4 Mesure B : Lecture 32 mots Mesure C : Pseudo-mots série 2 Mesure D : Phrase 4
Semaine 3	19.11.2020	Pas de prise de mesures
Semaine 4	26.11.2020	Temps 5 Mesure A : Mots travaillés temps 5 Mesure B : Lecture 32 mots Mesure C : Pseudo-mots série 1 Mesure D : Phrase 1
Semaine 5	03.12.2020	Pas de prise de mesures
Semaine 6	10.12.2020	Temps 6 Mesure A : Mots travaillés temps 6 Mesure B : Lecture 32 mots Mesure C : Pseudo-mots série 2 Mesure D : Phrase 2
Semaine 7	07.01.2021	Pas de prise de mesures
Semaine 8	14.01.2021	Temps 7 Mesure A : Mots travaillés temps 7 Mesure B : Lecture 32 mots Mesure C : Pseudo-mots série 1 Mesure D : Phrase 3

Finally, six weeks after the end of the intervention, a final measurement was taken to measure long-term retention (T8 cf. table 10). Participants did not have a reactivation between the end of the intervention and the final measurement.

Tableau 10 : Mesures prises après l'intervention

25.02.21	Temps 8	Mesure A : Mots travaillés temps 8 Mesure B : Lecture 32 mots	Mesure C : Pseudo-mots série 2 Mesure D : Phrase 4
----------	---------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

4.6 Analyse des données

To analyze the dependent variables, we used Microsoft Excel. Students' scores were converted into percentage of success. Results are presented in graphs illustrating, for each student, the evolution of their skills between the three moments of the intervention (before, during and after).

4.7 Aspects éthiques

To obtain the free and informed consent of participants, a letter was sent to the concerned parents, explaining the purpose of our research. It specifies that neither the name of the child, nor that of the school will appear in the research results (cf. annex 1). Codes were associated with students on the computer program in order to treat the data confidentially. The reasons and the purpose of the research were also discussed with the students.

5. Résultats

Afin de déterminer s'il existe un impact de l'utilisation du logiciel d'apprentissage multisensoriel *Vocaboum* sur l'écriture et la lecture de mots réguliers, entraînés ou non, ainsi que sur l'orthographe grammaticale d'élèves de l'enseignement spécialisé ayant un trouble spécifique des apprentissages, quatre séries d'analyse ont été réalisées afin d'observer l'évolution des performances de nos huit élèves. La première analyse concerne la mesure A, soit la production écrite des 32 mots travaillés durant l'intervention. La seconde analyse traite de la mesure B, soit la lecture des mots travaillés. La troisième analyse se penche sur la production écrite de mots non-travaillés (mesure C). Finalement, la quatrième analyse concerne la production écrite de phrases, une mesure qui nous a permis d'évaluer l'orthographe grammaticale des élèves (mesure D).

Il est important de relever que les élèves n'ont pas tous bénéficié de la même fréquence d'entraînements sur le logiciel ($M = 19.5$, $ET = 2.38$). Ces différences interindividuelles sont dues à la situation sanitaire actuelle, aux absences maladies, ou encore aux thérapies suivies par les élèves. A. est le seul à avoir fait les 24 entraînements initialement planifiés. K., qui en a eu le moins, en compte 16 (cf. tableau 11).

Trois élèves étaient absents lors des différentes prises de mesure. Les absences sont signalées par un trait dans les tableaux de résultats. K. a manqué la 5ème mesure, T. la 3ème et Vi. la 4^{ème} (cf. tableau 12).

Tableau 11 : Nombre d'entraînements par élève sur le logiciel

Élèves	A.	E.	G.	K.	S.	T.	Va.	Vi.
Nombre d'entraînements	24	18	22	16	18	19	22	17

5.1 Résultats mesure A : production écrite des mots travaillés

Tableau 12 : Résultats des élèves concernant la production écrite des mots travaillés, avant, pendant et après l'intervention. Pourcentages de réussite indiqués entre parenthèses.

		Temps							
		Avant intervention			Pendant intervention				Après intervention
		1	2	3	4	5	6	7	8
Elèves	A.	6 (75%)	6 (75%)	8 (100%)	8 (100%)	8 (100%)	11 (92%)	15 (94%)	16 (100%)
	E.	3 (38%)	2 (25%)	1 (13%)	5 (63%)	3 (38%)	5 (42%)	9 (56%)	5 (31%)
	G.	1 (13%)	3 (38%)	3 (38%)	7 (88%)	6 (75%)	7 (58%)	8 (50%)	7 (44%)
	K.	2 (25%)	4 (50%)	0 (0%)	7 (88%)	-	7 (58%)	8 (50%)	8 (50%)
	S.	3 (38%)	1 (13%)	0 (0%)	5 (63%)	4 (50%)	6 (50%)	10 (63%)	9 (56%)
	T.	2 (25%)	2 (25%)	-	4 (50%)	2 (25%)	2 (17%)	4 (25%)	4 (25%)
	Va.	4 (50%)	3 (38%)	2 (25%)	8 (100%)	6 (75%)	10 (83%)	12 (75%)	14 (88%)
	Vi.	2 (25%)	2 (25%)	2 (25%)	-	7 (88%)	5 (42%)	11 (69%)	8 (50%)
.../8 mots				.../12 mots			.../16 mots		

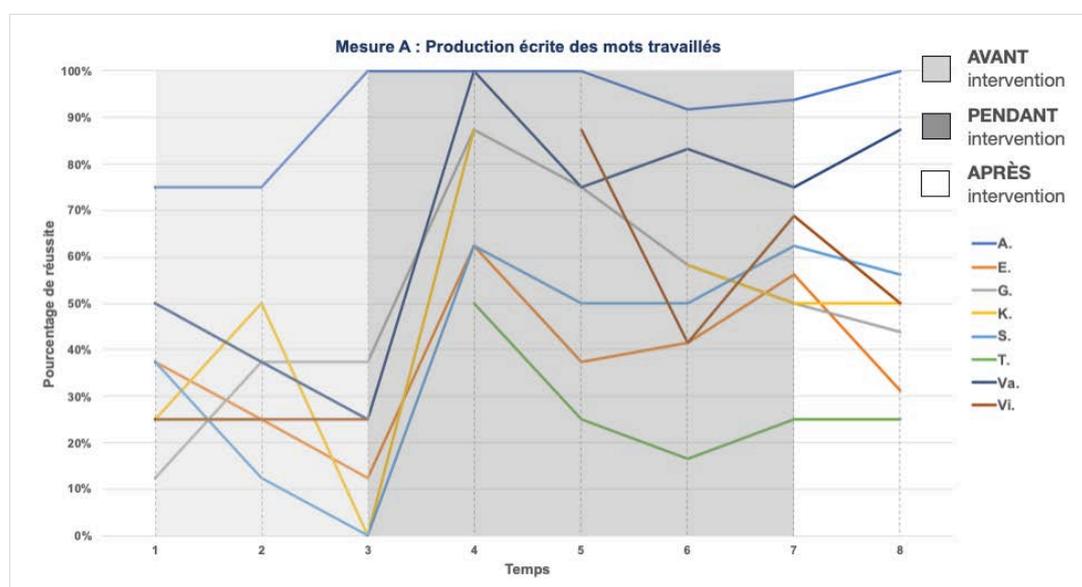


Figure 4 : Mesure A : Production écrite des mots travaillés

Nous observons une hausse générale des performances dans l'apprentissage de l'orthographe lexicale des mots travaillés. En effet, les performances sont meilleures pour tous les élèves depuis le début de l'intervention, soit dès le temps 4, comparativement à la ligne de base (T1 – T3). En d'autres termes, dès le début de l'intervention, les élèves ont fait moins d'erreurs sur l'orthographe lexicale des mots travaillés. Pour la majorité des élèves, ces performances sont stables durant l'intervention, puis baissent légèrement six semaines après la fin de l'intervention (T8). Bien que les performances baissent, les performances au temps 8 restent plus élevées qu'avant l'intervention pour tous les élèves, sauf pour l'élève T. qui maintient ses performances de départ.

Les deux élèves qui obtiennent les meilleures performances, A. et Va., font partie des élèves qui ont eu le plus d'entraînements sur le logiciel (cf. tableau 11). Leurs performances, six semaines après la fin de l'intervention, sont stables, voire meilleures.

Il est également intéressant de relever que dès le temps 6, le nombre de mots évalués a augmenté à 12, puis à 16. Pour G. et K., plus le nombre de mots évalués a augmenté, plus leurs performances ont baissé.

5.2 Résultats mesure B : lecture des mots travaillés

Tableau 13 : Fluence des élèves concernant la lecture des mots travaillés, avant, pendant et après l'intervention. (Nombre de mots correctement lus : temps en seconde)

		Temps							
		Avant intervention			Pendant intervention				Après intervention
		1	2	3	4	5	6	7	8
Elèves	A.	32:17=1.88	32:17=1.88	32:15=2.13	32:19=1.68	31:17=1.82	30:14=2.14	31:17=1.82	32:18=1.77
	E.	12:30=0.40	8:30=0.27	14:30=0.47	20:30=0.70	18:30=0.60	25:30=0.83	25:30=0.83	31:28=1.10
	G.	3:30=0.10	5:30=0.17	7:30=0.23	5:30=0.17	5:30=0.17	11:30=0.37	9:30=0.30	10:30=0.33
	K.	8:30=0.27	4:30=0.13	4:30=0.130	9:30=0.30	-	14:30=0.47	13:30=0.40	12:30=0.40
	S.	13:30=0.40	12:30=0.40	10:30=0.33	17:30=0.57	18:30=0.60	26:30=0.87	19:30=0.63	27:30=0.90
	T.	12:30=0.40	8:30=0.27	-	12:30=0.40	10:30=0.33	14:30=0.47	13:30=0.40	18:30=0.60
	Va.	24:30=0.80	26:20=1.30	27:20=1.35	30:23=1.30	28:19=1.47	29:19=1.52	29:17=1.70	30:18=1.66
	Vi.	31:30=1.03	31:20=1.55	31:20=1.55	-	30:16=1.87	31:15=2.07	31:15=2.07	32:20=1.60

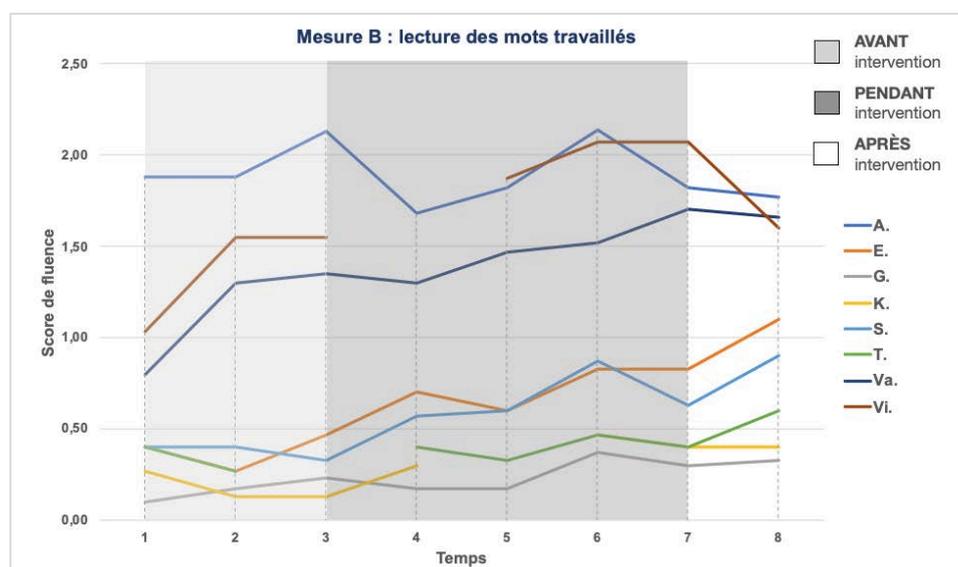


Figure 5 : Mesure B : Lecture des mots travaillés

Nous constatons également une tendance à la hausse dans la fluidité en lecture des mots travaillés. Une amélioration des performances se remarque déjà dès les mesures constituant la ligne de base. En effet, le nombre de mots lus correctement en 30 secondes s'est déjà légèrement amélioré du temps 1 au temps 3. La fluence s'est encore améliorée dès le début de

l'intervention (T4). Ces performances sont plutôt stables, voire toujours en augmentation pour certains élèves, six semaines après la fin de l'intervention (T8).

L'élève A. présente des résultats plus fluctuants que les autres participants. Néanmoins, il reste l'élève ayant obtenu les meilleurs scores. Il est également le seul à avoir lu les 32 mots en moins de 30 secondes dès la première prise de mesures.

Si nous regardons plus en détail les résultats, E., Va. et S. présentent les meilleures performances de T4 à T8. Par exemple, l'élève E. lisait 20 mots en 30 secondes (0.70 mot par seconde) au début de l'intervention. En d'autres termes, un mot était lu en 1.5 secondes. Six semaines après l'intervention, il lisait 31 mots en 28 secondes (1.10 mots par seconde), soit un mot en 0.9 seconde.

5.3 Résultats mesure C : production écrite des mots non-travaillés

Tableau 14 : Résultats des élèves concernant la production écrite des mots non-travaillés, avant, pendant et après l'intervention. Pourcentages de réussite indiqués entre parenthèses.

		Temps							
		Avant			Pendant intervention				Après intervention
		1	2	3	4	5	6	7	8
Elèves	A.	3 (38%)	5 (63%)	7 (88%)	5 (63%)	6 (75%)	7 (88%)	5 (63%)	5 (63%)
	E.	5 (63%)	4 (50%)	4 (50%)	3 (38%)	4 (50%)	6 (75%)	5 (63%)	6 (75%)
	G.	1 (13%)	1 (13%)	3 (38%)	3 (38%)	1 (13%)	3 (38%)	3 (38%)	4 (50%)
	K.	5 (63%)	1 (13%)	2 (25%)	2 (25%)	-	3 (38%)	0 (0%)	1 (13%)
	S.	4 (50%)	6 (75%)	5 (63%)	3 (38%)	7 (88%)	3 (38%)	6 (75%)	3 (38%)
	T.	6 (75%)	3 (38%)	-	5 (63%)	5 (63%)	5 (63%)	6 (75%)	7 (88%)
	Va.	2 (25%)	3 (38%)	3 (38%)	1 (13%)	3 (38%)	2 (25%)	5 (63%)	4 (50%)
	Vi.	4 (50%)	6 (75%)	5 (63%)	-	6 (75%)	7 (88%)	7 (88%)	8 (100%)

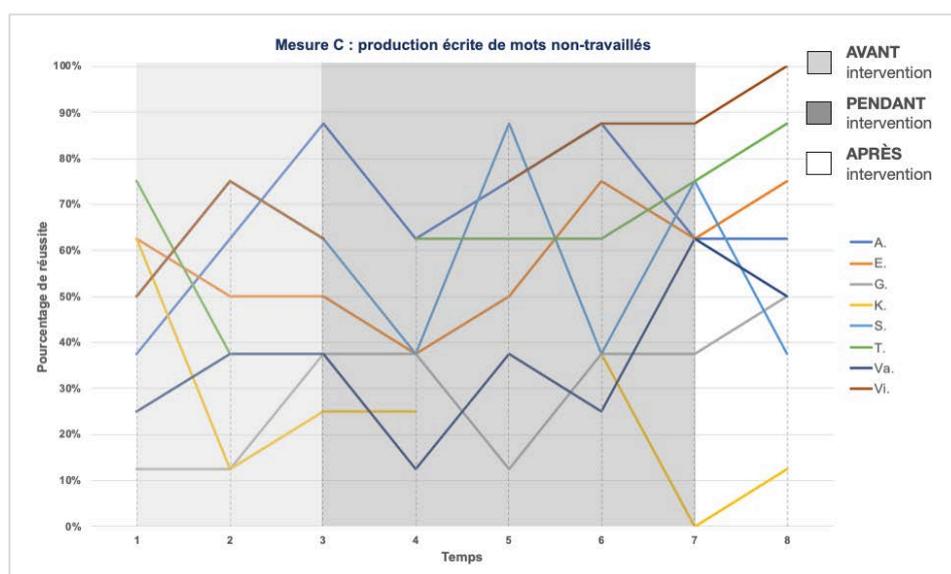


Figure 6 : Mesure C : Production écrite des mots non-travaillés

Les résultats concernant la production écrite de pseudo-mots démontrent de grandes différences interindividuelles. Ces résultats, bien que moins marqués par rapport aux mesures précédentes, sont tout de même encourageants. Pour cinq élèves sur huit, nous percevons une amélioration des performances (Vi., T., E., Va., G.). Ces cinq élèves s'améliorent durant l'intervention. Six semaines après la fin de l'intervention, leurs performances ont encore tendance à augmenter. Pour les élèves K., S. et A., les résultats sont plus fluctuants. K. et S. font plus d'erreurs phonologiquement plausibles durant et après l'intervention. Leurs performances baissent. Si nous observons ces deux élèves de plus près, K. et S. ont eu un nombre d'entraînements en dessous de la moyenne (cf. tableau 11). L'élève A. présente une légère évolution durant l'intervention. Après l'intervention, ses performances sont identiques à celles de départ.

5.4 Résultats mesure D : mesure de l'orthographe grammaticale

Tableau 15 : Résultats des élèves concernant la production de phrases, avant, pendant et après l'intervention. Pourcentages de réussite indiqués entre parenthèses.

		Temps							
		Avant			Pendant intervention				Après intervention
		1	2	3	4	5	6	7	8
Elèves	A.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (60%)	2 (40%)
	E.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)
	G.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	K.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	S.	0 (0%)	1 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)
	T.	0 (0%)	0 (0%)	-	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)	0 (0%)
	Va.	1 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)	2 (40%)	1 (20%)	1 (20%)
	Vi.	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)

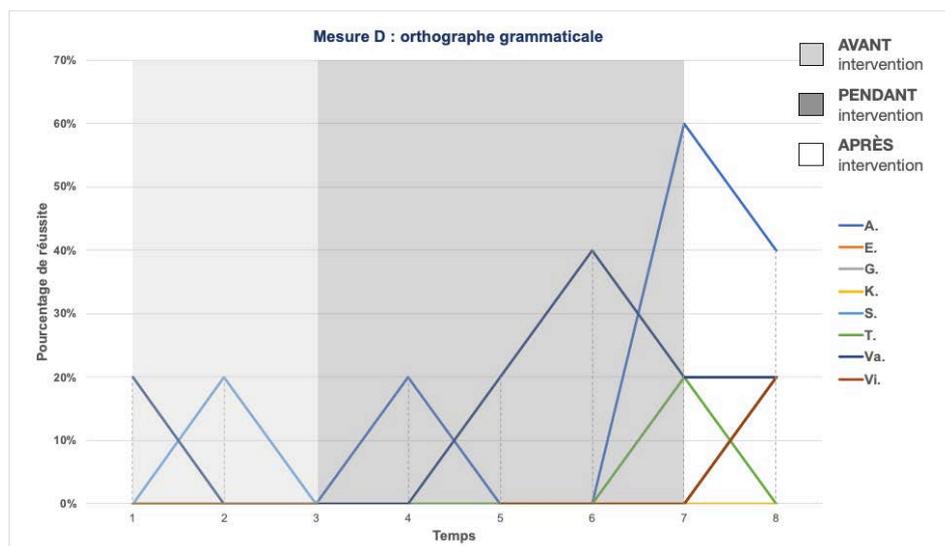


Figure 7 : Mesure D : Orthographe grammaticale

Enfin, les résultats de notre dernière mesure concernant l'orthographe grammaticale démontrent une très légère amélioration pour A., E., S., Va., et Vi. Nous observons donc quelques signes positifs, bien que l'orthographe grammaticale n'ait pas été travaillée. L'élève A. a obtenu les meilleurs résultats. Néanmoins, il n'atteint pas plus de 60% de réussite pour l'orthographe grammaticale lors de l'écriture de phrases dictées. Aucune progression significative au cours de l'intervention n'est à relever. Ce n'est qu'au T8 que les cinq élèves atteignent leurs meilleures performances.

De manière générale, les résultats de cette recherche sont plutôt encourageants. Ils révèlent des effets directs, soit un apprentissage de l'orthographe lexicale des mots réguliers travaillés, ainsi qu'une amélioration de la fluidité en lecture de ces mêmes mots. Des effets indirects de l'intervention, c'est-à-dire sur un transfert des compétences sur des mots non-travaillés et une amélioration des compétences en orthographe grammaticale, sont également perceptibles, bien qu'à plus faible mesure. Ainsi, une intervention à partir d'un logiciel informatique multisensoriel telle que nous l'avons menée est en tout cas prometteuse pour développer la lecture et l'écriture de mots réguliers auprès d'élèves ayant un trouble spécifique des apprentissages.

6. Discussion

Le but de cette étude était de vérifier l'efficacité du logiciel *Vocaboum* sur l'écriture et la lecture de mots réguliers, entraînés ou non, ainsi que sur l'orthographe grammaticale d'élèves francophones ayant un trouble spécifique des apprentissages. Dans ce chapitre, nous discuterons des résultats obtenus en faisant des liens avec nos hypothèses de recherche. Nous parlerons également du déroulement de l'intervention de manière générale. Par la suite, nous évoquerons les limites de cette étude. Finalement, nous aborderons les perspectives futures.

Effets de l'utilisation du logiciel informatique d'apprentissage multisensoriel *Vocaboum* sur l'écriture de mots travaillés

En ce qui concerne l'écriture de mots travaillés, nous avons émis l'hypothèse que l'utilisation de *Vocaboum* permettrait un apprentissage de l'orthographe lexicale des mots réguliers qui ont été entraînés lors de notre intervention. Comme nous l'avons constaté dans nos résultats, les performances de la majorité des élèves se sont effectivement améliorées. Ces derniers ont réduit leurs erreurs d'orthographe lexicale des mots entraînés sur le logiciel.

Nos résultats sont conformes aux résultats obtenus par Kast et ses collègues dans leurs recherches de 2007 et 2011. Dans leurs études, les élèves de langue allemande avaient profité du logiciel *Vocaboum* et amélioré leurs performances de manière significative sur l'écriture de mots travaillés. Il est intéressant de constater que les résultats obtenus dans notre étude avec des élèves de langue française sont aussi prometteurs.

Plusieurs hypothèses pourraient expliquer ces progrès. Le logiciel *Vocaboum* permet de renforcer et d'automatiser la conscience phonologique. En effet, les joueurs s'entraînent à segmenter les mots en syllabes, puis en phonèmes, ainsi qu'à convertir les phonèmes en graphèmes. Or, comme exposé dans le cadre théorique, même s'il existe une causalité réciproque entre les capacités de conscience phonologique et les compétences de lecture-écriture (Égaut, 2001), les activités favorisant la conscience phonologique sont indispensables dans l'apprentissage de l'orthographe (Berninger & Fayol, 2008). Le fait d'avoir entraîné la conscience phonologique grâce aux jeux proposés par le logiciel semble ainsi avoir permis aux élèves d'améliorer leurs compétences en écriture. Nous constatons que l'acquisition de cette habileté est encourageante pour nos élèves de l'enseignement spécialisé afin de développer leurs compétences en orthographe lexicale.

Une seconde piste serait d'expliquer l'amélioration des performances grâce aux différentes modalités sensorielles proposées par le logiciel. Les enfants dyslexiques auraient un traitement phonologique déficitaire (Kast et al., 2011). Par conséquent, ils profiteraient d'une stratégie de codage visuel non-phonologique. Nos élèves auraient ainsi tiré profit des multiples entrées sensorielles pour apprendre l'orthographe lexicale des mots. Les indices visuels et auditifs du logiciel auraient facilité la mémorisation des informations phonologiques. Comme présenté dans le cadre théorique, un apprentissage multisensoriel leur aurait permis d'améliorer l'apprentissage et de faciliter la récupération des informations en mémoire (Lehmann & Murray, 2005; Shams & Seitz, 2008, cités dans Kast et al., 2011).

Par ailleurs, le logiciel informatique contrôle les contenus d'apprentissage et génère continuellement un apprentissage individualisé pour chaque utilisateur (Solenthaler et al., 2018). De plus, le programme vérifie l'état d'engagement des utilisateurs. Si un élève est déconcentré, un message apparaît pour le recentrer sur le jeu (cf. annexe 4.3). Le fait de s'adapter aux difficultés spécifiques de l'élève, de le confronter à la forme orthographique correcte en cas d'erreur et d'attirer son attention pourrait expliquer la progression des élèves.

Un autre avantage du logiciel, qui peut également expliquer ces résultats, est la rétroaction immédiate. Comme nous l'avons vu dans le cadre théorique, la rétroaction immédiate est importante dans l'acquisition de l'orthographe lexicale (De Cara & Plaza, 2010; Ouzoulias, 2009; Stanké et al., 2016). La présentation d'une forme orthographique correcte améliore la performance orthographique, alors que celle d'une forme erronée la dégrade (Touzin, 2014). Dans les paramètres du logiciel, nous avons ajouté une option qui nous semblait pertinente et qui allait dans le sens de cette rétroaction immédiate. À chaque fois que l'élève terminait un mot de l'exercice « Bien orthographier » (cf. figure 1), le mot écrit correctement s'affichait.

Nous avons en outre pu observer que l'aspect ludique du logiciel a été une grande source de motivation pour les élèves tout au long de notre intervention. Grâce aux points, les utilisateurs pouvaient obtenir des récompenses. Ils pouvaient gagner des étoiles et des diamants pour leur parc d'attraction virtuel (cf. annexe 4.2). Les élèves recevaient également des rétroactions positives sur leur travail (cf. annexe 4.3), ce qui les encourageait à performer. Les rétroactions données suite aux observations ou aux évaluations permettent de valider la compréhension des élèves, soutenant leur motivation (Gauthier et al., 2013). Les félicitations permettent d'augmenter la motivation intrinsèque (Deci & Ryan, 2016). De plus, les élèves étaient autonomes dans leurs apprentissages, pouvant constater leurs progrès et leurs réalisations. Les apprenants ne dépendaient pas de l'enseignant ou d'autrui pour réaliser leurs exercices. Ils

travaillaient à leur propre rythme, en respectant leurs compétences. Ces éléments sont indispensables pour renforcer le sentiment d'efficacité personnelle des élèves et améliorer leur estime d'eux-mêmes (Najjar, 2015).

Les progrès pourraient aussi s'expliquer par le fait que les élèves se sont entraînés trois fois par semaine, pendant 15 minutes, sur une durée de huit semaines. Nous pourrions faire un lien entre la performance et le nombre d'entraînements (cf. tableau 11). Les deux élèves qui ont obtenu les meilleures performances, A. et Va., font partie de ceux qui ont eu le plus d'entraînements sur le logiciel. Leurs performances six semaines après la fin de l'intervention sont stables, voire meilleures. De plus, ayant un rythme de travail plutôt rapide, ils font également partie des élèves ayant terminé tous les entraînements proposés pour l'intervention.

Après avoir exploré diverses pistes de compréhension pouvant expliquer l'évolution des performances de la plupart des élèves, nous émettons quelques hypothèses pouvant expliquer le manque de progrès chez certains, tels que l'élève T., dont les performances de départ se maintiennent. La société Dybuster préconise un entraînement de trois mois au minimum. L'élève T. a peut-être simplement manqué de temps pour faire les progrès escomptés, sachant qu'il fait partie des élèves ayant eu le moins d'entraînement sur le logiciel. N'ayant pas l'habitude de travailler à l'ordinateur et de dactylographier les mots, cet élève prenait plus de temps pour effectuer les modules et, par conséquent, ne les terminait jamais. Les difficultés attentionnelles et crises d'épilepsie de cet élève en particulier peuvent également expliquer certaines absences et un manque de concentration. Rappelons que les capacités attentionnelles font partie des compétences transversales essentielles à l'apprentissage de l'orthographe (Égaut, 2001 ; Touzin, 2014).

En observant les résultats, nous constatons une forte hausse des performances dès le début de l'intervention (T4), qui correspond à la prise de mesures lors de la deuxième semaine de l'intervention. Ce pic pourrait s'expliquer par les mots dictés à ce moment précis. En effet, les huit mots à écrire correspondent aux huit mots entraînés sur le logiciel jusqu'alors. Ainsi, les élèves n'en avaient pas encore travaillé d'autres. Par ailleurs, cela pourrait aussi expliquer les résultats moins élevés du temps 6 au temps 8. Les mesures ont été prises sur 12 et 16 mots et les élèves répétaient entre 24 et 32 mots à cette période. Comme nous l'avons relevé dans les résultats, pour G. et K., plus le nombre de mots évalués a augmenté, plus leurs performances ont baissé. Cette baisse de performance pourrait donc également s'expliquer par le fait que les élèves étaient découragés par le nombre de mots à écrire lors des nouvelles prises de mesure.

Il est encore intéressant de relever que les élèves faisaient moins d'erreurs, voire aucune sur les mots appris en début d'intervention. Ces derniers se sont-ils inscrits dans la mémoire à long terme ? Plusieurs études montrent que le fait de faire appel au processus de récupération, tel que se tester, va rendre l'information récupérée plus accessible dans le futur (Karpicke & Roediger, 2007 ; Karpicke & Blunt, 2011). C'est ce qu'on appelle l'effet de test (Tardif, 2018). Karpicke et Roediger (2007) ont comparé plusieurs méthodes d'apprentissage dont une qui consistait à se tester régulièrement après la période d'apprentissage. Leurs résultats ont démontré que la récupération des informations sous forme de test permet d'inscrire les apprentissages dans la mémoire à long terme. Dans le cas de nos élèves, grâce à *Vocaboum*, les mots sélectionnés pour l'intervention étaient réactivés chaque semaine, le lundi et le mardi, ce qui peut expliquer une meilleure rétention de l'orthographe lexicale des mots présentés en début d'intervention. Cette meilleure rétention des premiers mots peut également être mise en lien avec un effet de primauté (Postman & Philipps, 1965). Cet effet correspond au fait que les premiers éléments d'une liste sont plus facilement rappelés, car ils auraient déjà été transférés dans la mémoire à long terme.

Finalement, il est encourageant de constater que les effets se maintiennent dans le temps. Six semaines après l'intervention, les performances baissent légèrement mais restent tout de même plus élevées que lors des premières prises de mesures. On peut émettre l'hypothèse qu'une partie des mots a été intégrée et stockée dans le lexique interne. Une nouvelle mesure, quelques mois plus tard, serait intéressante afin de vérifier les effets à plus long terme.

Effets de l'utilisation du logiciel informatique d'apprentissage multisensoriel *Vocaboum* sur la lecture des mots travaillés

Concernant notre seconde hypothèse, nous avons prédit que l'utilisation de *Vocaboum* permettrait une amélioration de la fluidité en lecture des mots réguliers travaillés. La fluence en lecture de la majorité des élèves s'est effectivement améliorée. À la fin de notre intervention, ces derniers lisent davantage de mots en 30 secondes comparativement au début de l'intervention.

Il est intéressant d'observer, chez certains élèves, une évolution des performances au moment de la ligne de base, c'est-à-dire avant toute intervention. Une exposition répétée aux mêmes mots leur aurait peut-être permis de reconnaître ces derniers plus rapidement.

Les progrès se sont légèrement accentués dès la mise en œuvre de l'intervention. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ces résultats. Dans un premier temps, le fait d'apprendre

l'orthographe lexicale des mots a probablement permis aux élèves d'améliorer la lecture de ces mêmes mots. Ces résultats corroborent les références citées dans le cadre théorique de notre travail. En effet, l'apprentissage de l'orthographe lexicale, qui nécessite des représentations lexicales complètes pour restituer toutes les lettres du mot, aurait permis d'améliorer la lecture qui ne requiert, quant à elle, que des représentations lexicales partielles (Fayol & Jaffré, 2014; Pacton et al., 2005; Touzin 2014).

Dans le même sens, il se peut que les résultats soient encourageants sur cette mesure de lecture, car en français, la lecture est plus facile que l'écriture. En effet, les correspondances grapho-phonémiques sont moins complexes que les correspondances phono-graphémiques (Chaves et al., 2012). Cette forte asymétrie de consistance explique aisément pourquoi, en français, apprendre à lire, puis automatiser la lecture, est beaucoup plus facile qu'apprendre à orthographier. Ceci est également le cas pour nos élèves de l'enseignement spécialisé.

En outre, le fait d'avoir entraîné la conscience phonologique sur le logiciel aurait permis aux élèves d'améliorer leurs compétences en lecture. Comme nous l'avons déjà mentionné, il existe une causalité réciproque entre les capacités de conscience phonologique et les compétences de lecture-écriture (Égnaud, 2001). En l'occurrence, entraîner la conscience phonologique aurait permis d'améliorer la voie d'assemblage, qui est utile pour les nouveaux mots rencontrés et pour favoriser, à terme, la reconnaissance directe des mots.

Lors de nos prises de mesures, les élèves lisaient toujours la même liste de mots mais dans des ordres différents. Il se peut donc que les mots soient progressivement passés dans le lexique orthographique des élèves. Par conséquent, ils liraient ces mots par la voie d'adressage, qui mobilise moins d'énergie et qui permet une lecture plus rapide. Ceci peut expliquer les progrès en fluence de certains élèves.

Dans la rubrique des résultats, nous avons relevé une fluctuation chez l'élève A., même s'il reste l'élève ayant obtenu les meilleurs résultats. Durant la prise de mesures, cet élève semblait lire le début du mot et déduire la fin. Par exemple, le mot « menton » a été lu « manteau » sur trois mesures différentes. Cette observation a été relevée chez plusieurs élèves. Nous émettons l'hypothèse qu'ils étaient conscients de la contrainte temporelle et avaient envie de lire le plus vite possible.

Il est encourageant de constater que les effets se maintiennent également dans le temps. Six semaines après l'intervention, les performances ont encore tendance à augmenter pour la majorité des élèves.

Finalement, comme précisé précédemment, les élèves lisaient toujours la même liste de mots, mais dans des ordres différents. Il aurait été intéressant de mesurer la lecture de pseudo-mots et de mots réguliers non-travaillés pour évaluer un éventuel transfert des compétences en lecture. Nous aurions pu observer si ces nouveaux mots auraient été lus plus rapidement ou non au fur et à mesure de l'intervention.

Nous venons d'analyser nos deux premières hypothèses qui s'intéressaient aux effets directs du logiciel sur l'écriture et la lecture de nos élèves ayant un trouble spécifique des apprentissages. Dans la suite de ce travail, nous allons nous intéresser aux effets indirects.

Effets de l'utilisation du logiciel informatique d'apprentissage multisensoriel *Vocaboum* sur la production écrite de mots non-travaillés

En ce qui concerne la production écrite d'items non-travaillés, nous avons émis l'hypothèse que l'utilisation de *Vocaboum* permettrait un transfert des compétences en écriture sur des mots réguliers non-travaillés. Nous avons prédit que l'intervention aiderait les élèves à écrire des mots qu'ils ne connaissaient pas de manière phonologiquement plausible. Afin d'évaluer cet effet, nous avons choisi des pseudo-mots, pour l'écriture desquels l'utilisation de la voie d'assemblage est indispensable, et pour nous assurer que les participants n'avaient jamais été exposés à l'orthographe des mots.

Les résultats concernant la production écrite de pseudo-mots mettent en évidence de grandes différences interindividuelles. Les résultats, bien que moins évidents par rapports aux mesures précédentes, sont tout de même encourageants pour cinq élèves chez qui nous constatons une légère amélioration. Pour ces élèves, les effets se maintiennent dans le temps, soit six semaines après l'intervention, et ont tendance à augmenter. Pour les trois autres élèves, les résultats sont plus fluctuants. L'élève A. maintient ses performances de départ, alors que pour K. et S., leurs performances ont tendance à baisser légèrement.

Kast et ses collègues avaient trouvé des résultats plus encourageants dans leur étude de 2007. En effet, les élèves de langue allemande, qui avaient travaillé sur le logiciel durant trois mois (15 à 20 minutes, 4 jours par semaine), avaient transféré les connaissances acquises sur des mots qui n'avaient pas été travaillés auparavant.

Les résultats encourageants que nous avons trouvés pour certains élèves peuvent s'expliquer par le fait que le logiciel entraîne la conscience phonologique en les incitant à segmenter les mots en syllabes et en phonèmes dans le second exercice, puis à convertir les phonèmes en graphèmes dans le dernier jeu. Ces activités sont précisément celles que les apprenants

doivent effectuer lorsqu'ils écrivent des pseudo-mots, c'est-à-dire lorsqu'ils utilisent la voie d'assemblage dans le sens de l'écriture. L'entraînement proposé semble ainsi avoir permis aux élèves d'améliorer leur voie d'assemblage et donc leur capacité à écrire des items non-travaillés.

L'élève A. a obtenu des résultats fluctuants. En analysant ses erreurs, nous remarquons qu'il avait tendance à remplacer les pseudo-mots par des mots existants (par exemple, le pseudo-mot « onch » était remplacé par le mot « hanche »). Cette tendance à lexicaliser les pseudo-mots, soit à écrire des mots qui existent, est fréquente en lecture et en écriture (Sprenger-Charolles & Colé, 2013).

L'absence de progrès chez K. et S. peut s'expliquer par un entraînement qui n'était pas suffisamment intensif. En effet, ces élèves ont eu un nombre d'entraînements inférieur aux autres participants (cf. tableau 11). De plus, il faut être conscient que l'écriture de pseudo-mots repose uniquement sur la capacité à segmenter le pseudo-mot en phonèmes, puis à convertir ces derniers en graphèmes, soit une tâche qui est relativement difficile pour les élèves avec des troubles du langage. En effet, ces derniers ont souvent des difficultés à automatiser les procédures d'identification des mots. La voie d'assemblage et la maîtrise des règles de conversion phonème-graphème sont souvent déficitaires. Une telle activité d'écriture de pseudo-mots, difficile, peu motivante et n'ayant pas suffisamment de sens aux yeux des enfants, peut expliquer le manque d'amélioration des performances.

De manière générale, les effets sont encourageants. Néanmoins, une intervention de ce type ne semble pas suffisante pour améliorer les compétences en écriture de tous les élèves. D'autres activités et interventions sont nécessaires pour améliorer l'utilisation de la voie d'assemblage.

Effets de l'utilisation du logiciel informatique d'apprentissage multisensoriel *Vocaboum* sur l'orthographe grammaticale

Finalement, nous avons prédit que l'utilisation de *Vocaboum* permettrait une amélioration des compétences en orthographe grammaticale. Pour rappel, cette dernière consiste à connaître et appliquer les règles de morphologie flexionnelle, c'est-à-dire les marques de genre et de nombre des noms, des pronoms et des adjectifs, ainsi que les marques de temps, de genre et de nombre des verbes. Nous pensons que le fait d'automatiser l'orthographe lexicale des mots permettrait de libérer des ressources attentionnelles pour se consacrer à l'orthographe grammaticale (Fayol & Jaffré, 2014). Afin d'évaluer cette variable, nous avons

dicté aux élèves des phrases contenant les mots travaillés dans notre intervention qu'il fallait accorder en genre et/ou en nombre.

Les résultats obtenus ne corroborent pas cette hypothèse. En effet, même si les élèves se sont améliorés au niveau de l'orthographe lexicale des mots, cela ne semble pas avoir suffi à libérer les ressources attentionnelles requises pour s'adonner à l'orthographe grammaticale. L'automatisation de l'écriture des mots travaillés grâce à *Vocaboum* ne semble en effet pas avoir suffi à alléger la charge mentale des élèves. L'amélioration de leurs performances est infime. Cependant, quelques signes positifs en fin d'expérimentation sont à relever et semblent encourageants, étant donné que l'orthographe grammaticale n'a pas été travaillée dans notre intervention.

Nous émettons ici quelques hypothèses afin d'expliquer le manque de progression. Lorsque les élèves étaient testés, la mesure de l'orthographe grammaticale était évaluée en dernière position, soit après les trois autres mesures. La fatigabilité des élèves était perceptible. Il se peut que la baisse de concentration et d'attention soient à l'origine de ce manque d'amélioration.

L'écriture d'une phrase est extrêmement coûteuse en énergie pour nos élèves ayant des troubles spécifiques des apprentissages. Une telle activité nécessite de mobiliser les connaissances lexicales et grammaticales, mais aussi la ponctuation. L'examinatrice a constaté que les élèves prenaient beaucoup de temps sur la conversion phono-graphémique des déterminants, des verbes ou encore des adjectifs. Il est intéressant de constater qu'il s'agit des mots qui n'ont pas fait l'objet d'un apprentissage sur le logiciel. Lorsque les élèves parvenaient à la fin de la rédaction de leur phrase, leurs ressources attentionnelles étaient insuffisantes pour se concentrer davantage sur les accords en genre et en nombre des mots ou sur la ponctuation.

Concernant la conjugaison, nous savons que les élèves entraînent en parallèle les terminaisons verbales au présent de l'indicatif avec leur enseignante titulaire. Il est intéressant de constater que les élèves n'ont pas transféré ces connaissances dans la rédaction des phrases dictées. Il se peut que l'énergie des élèves soit entièrement dévouée à la conversion phono-graphémique des mots, négligeant tout autre transfert ou réflexion métacognitive. Ce manque de transfert peut aussi être expliqué par une mémoire de travail, ainsi qu'une attention plus restreintes, des caractéristiques que l'on retrouve souvent chez nos élèves de l'enseignement spécialisé.

L'absence de transfert des connaissances construites dans des tâches spécifiques d'orthographe vers des activités de production textuelle est observée couramment à l'école et peut s'expliquer en partie par la charge cognitive liée à la complexité de la tâche de rédaction (Allal, 2018, p. 2).

Des effets sur l'orthographe grammaticale auraient peut-être pu apparaître après une intervention plus longue visant l'orthographe lexicale. Néanmoins, les résultats que nous avons obtenus suggèrent que ce travail n'était pas suffisant. Comprenons, au travers de ces résultats, que l'orthographe grammaticale nécessite un enseignement à part entière et qu'elle ne s'acquiert pas par automatisme. Un enseignement explicite est recommandé afin de pouvoir prendre en compte toutes les spécificités liées à la langue (Bosse & Pacton, 2006; Daigle et al., 2015; Touzin, 2014). Par exemple, la marque du pluriel, souvent inaudible, ne se manifeste pas de la même manière s'il s'agit d'un nom ou d'un verbe. Ainsi, il est important d'explicitier les stratégies et de développer un raisonnement métacognitif, afin que les élèves puissent s'interroger, raisonner et justifier leurs choix orthographiques lors de la rédaction de phrases. Dans une étude portant sur les textes d'élèves québécois de 9 à 13 ans, Boivin et Pinsonneault (2018) ont constaté que la majorité des erreurs identifiées, tout âge confondu, fait partie de la catégorie de l'orthographe grammaticale. Il est primordial de développer des connaissances explicites de tous les concepts impliqués dans l'orthographe grammaticale.

L'orthographe grammaticale est un apprentissage conséquent et chronophage. Il est essentiel d'automatiser l'orthographe lexicale des mots, tout en entraînant l'orthographe grammaticale en parallèle.

Discussion plus générale sur l'intervention en classe

De manière générale, l'intervention s'est déroulée dans de bonnes conditions. Les élèves ont montré de l'intérêt et du plaisir à s'investir lors des prises de mesures et des entraînements sur le logiciel tout au long de notre intervention. Les enseignantes titulaires ont également relevé une hausse de motivation chez leurs élèves durant cette étude et remarqué une amélioration de leurs performances. Elles sont intéressées à poursuivre l'entraînement de l'orthographe lexicale sur ce logiciel.

Limites

La recherche a été menée dans une classe où l'une de nous a effectué son stage. Le fait qu'il ne s'agisse pas de notre propre classe a engendré certaines contraintes, malgré la souplesse et la bonne volonté des enseignantes titulaires. Nous ne pouvions gérer certains paramètres, tels que les absences des élèves dues aux thérapies ou aux maladies, le fait que l'intervention soit limitée dans le temps, etc. Nous n'avions qu'une matinée sur laquelle nous pouvions effectuer nos tests. Si un élève manquait un entraînement ou une prise de mesures, nous ne pouvions les refaire. Lors des jeudis durant lesquels il y avait la prise de mesures et l'entraînement, il était difficile d'avoir 20 minutes complètes d'entraînement. Les élèves passaient moins de temps à s'entraîner sur le logiciel. Il serait intéressant de refaire une telle expérience dans sa propre classe, afin de pouvoir mieux gérer les imprévus. Cela nous permettrait également d'appliquer les recommandations de la société Dybuster, qui préconise un entraînement de trois à quatre sessions par semaine, durant 15-20 minutes, sur douze semaines au minimum. En effet, il s'agit, selon Dybuster, du temps nécessaire pour donner une chance de créer de nouvelles connexions cérébrales. Avoir sa propre classe nous permettrait de gérer le nombre d'entraînements par élève et de savoir si la fréquence d'entraînement permet réellement une amélioration des performances.

Dybuster mise sur l'efficacité du multisensoriel. Il se peut que les effets positifs que nous avons obtenus soient essentiellement dus à l'entraînement de la conscience phonologique travaillée au travers du logiciel ou au fait de répéter les mots plusieurs fois par semaine. Il serait intéressant de réitérer cette expérience afin de voir si l'utilisation de *Vocaboum* donne de meilleurs résultats qu'un travail de segmentation et de conversion sans qu'il y ait une réelle plus-value des couleurs ou des sons. Dans la même idée, notre étude, telle que nous l'avons menée, ne nous permet pas de savoir si le logiciel est plus efficace que tout autre logiciel ou intervention. Il serait intéressant, par exemple, de voir si l'apprentissage de stratégies de mémorisation pour l'orthographe lexicale permettrait une meilleure mémorisation que le logiciel, ou qu'une intervention spécifique sur la fluence permettrait une meilleure amélioration de la fluidité en lecture.

Par manque de temps, nous avons modifié certains paramètres du logiciel, tels que limiter le temps accordé à l'exercice 1 (associer les couleurs) pour que les élèves puissent travailler davantage sur les exercices 2 et 3 (cf. figure 1). Nous avons introduit des nouveaux mots chaque semaine. Il serait intéressant de réitérer l'intervention en laissant les algorithmes du

logiciel faire leur travail. De plus, nous avons utilisé nos propres mesures pour évaluer les élèves. Il serait également intéressant de se baser sur les analyses fournies par le programme.

Durant l'intervention, nous avons été confrontées à certains problèmes techniques. Par exemple, sur les tablettes, la page avait tendance à se figer pour les mots comportant des accents circonflexes. Les élèves avaient besoin de l'aide de l'enseignante pour pallier aux problèmes informatiques. À l'avenir, il serait bien de préparer les élèves à gérer certains problèmes techniques de manière autonome en proposant, par exemple, une marche à suivre, ou que ces problèmes techniques puissent être évités.

N'ayant pas eu suffisamment d'ordinateurs à disposition, certains élèves travaillaient sur les tablettes. Nous sommes conscientes des différences engendrées par ces deux outils numériques, que ce soit au niveau moteur, pratique ou encore au niveau de la taille de l'écran. Il se peut que les élèves ayant travaillé sur les tablettes aient été plus lents dans le jeu où il fallait orthographier les mots. Il serait intéressant de contrôler cette variable en vue d'une future recherche.

Enfin, lorsque les élèves s'entraînaient sur le logiciel informatique, leur vitesse de frappe était variable. Ceux qui étaient à l'aise en dactylographie étaient plus rapides pour effectuer leurs exercices. Par conséquent, ils terminaient les modules en moins de 20 minutes, alors que d'autres élèves n'ont jamais réussi à terminer les modules d'entraînement. Des modules contenant, par exemple, les « mots à savoir » pour la dictée ont été ajoutés pour les plus rapides, afin qu'ils puissent tout de même continuer à travailler sur le logiciel. Ces derniers n'ont pas fait l'objet d'une évaluation et étaient différents des mots proposés dans notre intervention. En amont de l'expérience, il serait intéressant de vérifier le niveau en dactylographie des élèves et de les entraîner pour qu'ils ne perdent pas de temps à chercher les lettres sur le clavier.

Perspectives futures

Pour de futures recherches sur l'acquisition de l'orthographe lexicale en français d'enfants ayant un trouble spécifique des apprentissages, plusieurs éléments sont à prendre en compte. D'une part, dans notre recherche, nous nous sommes concentrées sur des mots réguliers, soit des mots pouvant être traités correctement en appliquant les règles de conversion phonographémiques les plus fréquentes (Martinet, 2017). En vue d'une future étude, il serait intéressant de sélectionner des mots irréguliers, afin de vérifier si le logiciel est aussi efficace pour mémoriser l'orthographe lexicale de mots nécessitant d'être identifiés ou produits par la voie d'adressage.

Un autre élément serait également intéressant à approfondir. Notre étude s'apparente à une approche spécifique de l'orthographe. En effet, nos activités étaient ciblées sur l'acquisition de l'orthographe lexicale. Le PER stipule que l'acquisition de connaissances relatives à l'orthographe, à la grammaire, à la conjugaison et au vocabulaire, a pour but de favoriser la capacité à produire et comprendre des textes oraux et écrits (CIIP, 2010). Dans la pratique, on retrouve souvent deux types d'enseignements donnés en parallèle : l'un portant sur la succession d'activités ciblées sur l'acquisition de savoirs spécifiques de la langue et l'autre constitué d'activités de compréhension et de production de textes. Les activités spécifiques réalisées sur la langue ne sont pas reliées de manière explicite et fonctionnelle dans les activités de production textuelle (Allal, 2018). Il serait intéressant d'utiliser une approche didactique intégrant l'apprentissage de l'orthographe lexicale dans des activités de production textuelle, afin d'établir des relations explicites entre ces deux types d'activités. De même, le fait de mobiliser des savoirs spécifiques de l'orthographe dans une activité de production textuelle permettrait la construction et la consolidation des connaissances en contexte, favorisant ainsi le transfert (Allal, 2018).

7. Conclusion

Afin de clore ce travail de mémoire, nous souhaitons relever plusieurs éléments qui nous semblent pertinents. Suite à un entraînement de l'orthographe lexicale de 32 mots sur le logiciel *Vocaboum*, nous voulions vérifier si l'utilisation de ce programme permettrait :

- Un apprentissage de l'orthographe lexicale de mots réguliers travaillés ;
- Une amélioration de la fluidité en lecture des mots réguliers travaillés ;
- Un transfert des compétences sur des mots réguliers non-travaillés ;
- Une amélioration des compétences en orthographe grammaticale.

Les résultats obtenus lors de notre intervention sont plutôt encourageants. En effet, une amélioration de la performance de certains élèves a été constatée pour les deux premières hypothèses. Un entraînement de la conscience phonologique, par le biais d'un logiciel multisensoriel, a permis à ces élèves d'améliorer l'orthographe lexicale et la lecture des mots sélectionnés pour notre intervention. Les résultats démontrent que ce type d'entraînement est nécessaire pour des élèves qui entrent dans la lecture-écriture, mais aussi pour des élèves plus âgés. Nos résultats vont dans le même sens qu'une étude longitudinale menée par Briquet-Duhazé et Rezrazi (2018) sur des élèves de 8 à 11 ans. Ces auteurs ont démontré qu'un entraînement phonologique, bien que pratiqué tardivement, peut avoir un effet positif sur les compétences en langage écrit.

Concernant les deux autres hypothèses, l'intervention a aussi fait légèrement progresser le niveau des élèves, mais de façon moins prononcée. Ce travail nous a ouvert les yeux sur la complexité d'utiliser la voie d'assemblage de manière fonctionnelle dans le sens de l'écriture et de rédiger des phrases. D'une part, la correspondance phono-graphémique, opaque en français, est un entraînement long et conséquent. D'autre part, la construction de phrases demande de transférer une multitude de connaissances. L'orthographe grammaticale est sans doute l'une des compétences les plus complexes à maîtriser, d'autant plus au sein de population de l'enseignement spécialisé. Cet apprentissage nécessite un enseignement à part entière. De plus, il est important de cibler les objectifs à atteindre, afin de soulager les ressources attentionnelles pour les tâches de moindre importance.

Ce logiciel, initialement prévu pour les élèves présentant des difficultés d'apprentissage en orthographe et en lecture, serait sûrement efficace auprès d'autres profils d'élèves de l'enseignement spécialisé et de l'ordinaire, en complément d'un enseignement traditionnel du

français. Il est possible d’imaginer une utilisation plus large de ce logiciel dans de nombreuses classes, offrant aux enseignants une nouvelle méthode pour travailler la conscience phonologique et l’orthographe lexicale. Une méthode informatisée telle que *Vocaboum* apparaît ainsi comme un bon complément pédagogique. Rappelons tout de même que ces outils doivent être utilisés à titre complémentaire pour varier les modalités, motiver les élèves et leur donner la chance de tester une nouvelle méthode. Ils ne remplacent pas la médiation humaine, les influences sociales et émotionnelles qui sont essentielles à l’apprentissage. La réalisation de cette étude, qui a fortement motivé nos élèves et qui a montré des résultats intéressants – tout en tenant compte des limites mentionnées auparavant – nous a motivées à proposer ce programme dans nos contextes professionnels respectifs.

Un autre élément qui nous semble pertinent à relever est le fait que ce mémoire nous a donné l’occasion de développer des compétences dans le domaine de la recherche expérimentale. Le fait de réaliser une intervention en suivant une démarche méthodologique précise et d’en analyser les résultats nous a permis d’adopter une posture de chercheur. Cela nous a demandé d’être parfaitement préparées pour l’intervention. Nous avons testé le logiciel à maintes reprises, afin que les élèves rencontrent le moins d’obstacles possibles. La rédaction de ce mémoire nous a également permis de développer un regard critique dans la lecture de textes scientifiques dans le domaine de l’enseignement spécialisé et d’adopter une attitude réflexive. Par ailleurs, nous avons pris conscience qu’il est important d’être critique dans l’interprétation de résultats d’études testant des moyens, méthodes ou logiciels pédagogiques. Dans notre cas, les études réalisées sur le logiciel *Vocaboum* ont été menées auprès d’enfants de langue allemande. Leurs résultats étaient difficilement généralisables sur la langue française étant donné que la langue allemande est plus transparente que le français.

Finalement, ce travail nous a permis de développer et d’approfondir nos connaissances dans plusieurs domaines, tels que l’écriture et plus spécifiquement l’orthographe, la lecture, ainsi que les troubles spécifiques des apprentissages. Ce travail nous a ouvert de nombreuses pistes de réflexions pour la suite de notre pratique professionnelle. Le fait de s’engager dans une démarche de développement professionnel est lié à la compétence 2 du référentiel de compétences de l’enseignement spécialisé (HEP Vaud, 2020). Ce mémoire nous a permis d’enrichir nos pratiques professionnelles en établissant des liens entre les aspects théoriques et pratiques de l’enseignement spécialisé.

8. Références bibliographiques³

- Allal, L. (2018). *Peut-on intégrer l'enseignement de l'orthographe dans la production de textes ?* Communication présentée à la conférence écrire et rédiger : Comment accompagner les élèves dans leurs apprentissages ? CNESCO, Paris, France.
- APA (2013). *DSM-5: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th ed)*. Washington : APA.
- Bacquelé, V. (2016). Soutenir l'usage des aides technologiques par les élèves dyslexiques dans un contexte inclusif. *Carrefours de l'éducation*, 42(2), 133-153.
- Bacquelé, V. (2017). Les aides technologiques : de la réponse aux besoins des élèves à la considération de la personne. *Revue suisse de pédagogie spécialisée*, 3, 21-27.
- Benoit, H., & Sagot, J. (2008). L'apport des aides techniques à la scolarisation des élèves handicapés. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 43(3), 19-26.
- Berninger, V., & Fayol, M. (2008). Pourquoi l'orthographe est importante et comment l'enseigner de façon efficace. *Encyclopédie du développement du langage et de l'alphabétisation*, 1-14.
- Boivin, M.-C., & Pinsonneault, R. (2018). Les erreurs de syntaxe, d'orthographe grammaticale et d'orthographe lexicale des élèves québécois en contexte de production écrite. *Revue canadienne de linguistique appliquée*, 21(1), 43-70.
- Bosse, M.-L., & Pacton, S. (2006). Comment l'enfant produit-il l'orthographe des mots ? Dans P. Dessus & E. Gentaz (dir.), *Apprendre et enseigner à l'école* (p. 43-58). Paris : Dunod.
- Briquet-Duhazé S., & Rezrazi, A. (2018). De prédicteur à remédiateur : effet d'un entraînement en conscience phonologique chez des élèves de cycle 3 en difficulté de lecture. *Carrefours de l'éducation*, 2(46), 57-73.
- Brissaud, C., Cogis, D., Jaffré, J.-P., Pellat, J.-C., & Fayol, M. (2011). *Comment enseigner l'orthographe aujourd'hui ?* Paris : Hatier.
- Catach, N. (1980). *L'orthographe française*. Paris : Nathan.
- Cèbe, S., & Paour, J. (2012). Apprendre à lire aux élèves avec une déficience intellectuelle. *Le français aujourd'hui*, 177(2), 41-53.

³ Selon la traduction française des normes APA 6^{ème} édition

- Chaves, N., Totereau, C., & Bosse, M.-L. (2012). Acquérir l'orthographe lexicale : quand savoir lire ne suffit pas. *ANAE Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 118, 271-279.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. Dans G. Underwood (dir.), *Strategies of Information Processing* (p. 151-216). London : Academic Press.
- Conférence intercantonale de l'instruction publique (CIIP) (2010). Commentaires généraux pour la Formation générale (cycle 2). Dans *Plan d'études romand*. Neuchâtel : CIIP. Repéré à <https://www.plandetudes.ch/web/guest/fg/cg2>.
- Daché-Idrissi, A., & Souny-Benchimol, E. 2012. *Apprentissage de l'orthographe lexicale chez des adolescents* (Mémoire universitaire). Université Pierre et Marie Curie – Paris.
- Daigle, D., Ammar, A., Berthiaume, R., Montesinos, I., Ouellet, C., & Prévost, N. (2015). *L'enseignement de l'orthographe lexicale et l'élève en difficulté : développement et mise à l'essai d'un programme d'entraînement*. (Rapport no 2013-ER-164704). Québec : Université de Montréal.
- De Cara, B., & Plaza, M. (2010). Les outils informatisés d'aide à la lecture : un bilan des recherches, *A.N.A.E.*, 107-108, 184-190.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2016). Favoriser la motivation optimale et la santé mentale dans les divers milieux de vie. Dans N. Carbonneau, Y. Paquet, & R. Vallerand (dir.), *La théorie de l'autodétermination : Aspects théoriques et appliqués* (p. 15-32). Bruxelles : De Boeck.
- Dumais, C., Stanké, B., & Moreau, A. C. (2015). Dossier l'orthographe : L'orthographe lexicale et grammaticale (partie 2). *Les Cahiers de l'AQPF*, 5(4), 13-14.
- Dybuster AG (2020). Livret d'accompagnement pour les parents. Repéré à <https://dybuster.ch/fr/documents/>.
- Ecalte, J., & Magnan, A. (2006). Des difficultés en lecture à la dyslexie : problèmes d'évaluation et de diagnostic. *Glossa*, 97, 4-19.
- Ecalte, J., Magnan, A., Bouchafa, H., & Gombert, J. E. (2009). Computer-based Training with Ortho-Phonological Units in Dyslexic Children: New Investigations. *DYSLEXIA*, 15, 218-238.
- Égaut, C. (2001). *Les troubles spécifiques du langage oral et écrit. Les comprendre, les prévenir et les dépister, accompagner l'élève*. Lyon : CRDP, champ de réflexion, champ d'actions.

- Ehri, L. C. (1991). Learning to read and spell words. Dans L. Rieben & C. A. Perfetti (dir.), *Learning to read: Basic research and its implications* (p. 57–73). London : Laurence Erlbaum.
- Ehri, L. C. (1997). Learning to read and learning to spell are one and the same, almost. Dans C. A. Perfetti, L. Rieben, & M. Fayol (dir.), *Learning to spell: Research, theory, and practice across languages* (p. 237–269). London : Laurence Erlbaum.
- Fayol, M., & Jaffré, J.-P. (1999). L'acquisition/apprentissage de l'orthographe. *Revue française de pédagogie*, 126, 143-170.
- Fayol, M. (2003). L'orthographe française est une des plus difficiles du monde. Comment les enfants en déjouent-ils les pièges ? *Cerveau et Psycho*, 3, 2-5.
- Fayol, M. (2006). L'orthographe et son apprentissage. Dans l'Observatoire National de la Lecture (dir.), *Enseigner la langue : orthographe et grammaire* (p. 53-71). Paris : Ministère de l'Éducation Nationale.
- Fayol, M., & Jaffré, J.-P. (2014). *L'orthographe : Que sais-je ?* France : Presses Universitaires de France.
- Fayol, M., & Jaffré, J.-P. (2016). L'orthographe : des systèmes aux usages. *Pratiques. Linguistique, littérature, didactique*, 169-170, 1-15.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. Dans K. Patterson, J.C. Marshall, & M. Coltheart (dir.), *Surface dyslexia : neuropsychological and cognitive studies of phonological reading*. London : Laurence Erlbaum.
- Gauthier, C., Bissonnette, S., & Richard, M. (2013). *Enseignement explicite et réussite des élèves. La gestion des apprentissages*. Bruxelles : De Boeck.
- Haute école pédagogique du canton de Vaud (2020). Formation des enseignantes spécialisées et enseignants spécialisés. Référentiel de compétences professionnelles. Repéré à <https://www.hepl.ch/files/live/sites/systemsite/files/filiere-ps/programme-formation/referentiel-competences-pedagogie-specialisee-specifique-2020-fps-hep-vaud.pdf>.
- Hawken, J. (2009). Pour un enseignement efficace de la lecture et de l'écriture [ressource électronique] : une trousse d'intervention appuyée par la recherche.
- Jacquier-Roux, M., Valdois, S., Zorman, M., Lequette, C., & Pouget, G. (2005). ODÉDYS : un outil de dépistage des dyslexies version 2. Grenoble : Laboratoire cogni-sciences, IUFM de Grenoble.

- Jeunes et médias - Plateforme nationale de promotion des compétences médiatiques (318.852.f). (2017). *Compétences MITIC à l'école*.
- Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. (2007) Repeated retrieval during learning is the key to long-term retention. *Journal of Memory and Language*, 57(2), 151-162.
- Karpicke, J. D., & Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331(6018), 772-775.
- Kast, M., Meyer, M., Vögeli, C., Gross, M., & Jäncke, L. (2007). Computer-based multisensory learning in children with developmental dyslexia. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 25(3-4), 355-369.
- Kast, M., Baschera, G. M., Gross, M., Jäncke, L., & Meyer, M. (2011). Computer-based learning of spelling skills in children with and without dyslexia. *Annals of dyslexia*, 61(2), 177-200.
- Magnan, A., Ecalle, J., Veuillet, E., & Collet, L. (2004). The effects of an audio-visual training program in dyslexic children. *Dyslexia*, 10(2), 131-140.
- Martinet, C., Cèbe, S., & Pelgrims, G. (2016). *Scriptum : apprendre à écrire : copier et orthographier*. Paris : Éditions Retz.
- Martinet, C. (2017). Mieux connaître et comprendre la dyslexie-dysorthographe développementale. *Enjeux Pédagogiques*, 28, 32-33.
- Najjar, N. (2015). *L'impact de l'usage des Tice sur l'apprentissage des enfants et jeunes dyslexiques, dysorthographiques et dyscalculiques : l'autonomie et l'estime de soi*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, Université de Toulouse.
- Ouzoulias, A. (2009). La mémorisation de l'orthographe lexicale, un enjeu décisif. *Cahiers pédagogiques*, 474, 24-26.
- Pacton, S., Fayol, M., & Perruchet, P. (1999). L'apprentissage de l'orthographe lexicale : le cas des régularités, *Langue française : l'orthographe et ses scripteurs*, 124, 23-39.
- Pacton, S., Perruchet, P., Fayol, M., & Cleeremans, A. (2001). Implicit learning out of the lab : The case of orthographic regularities. *Journal of Experimental Psychology : General*, 130, 401-426.
- Pacton, S., Foulon, J.-N., & Fayol, M. (2005). L'apprentissage de l'orthographe lexicale. *Rééducation orthophonique*, 43(222), 47-68.

- Petitpierre, G., & Lambert, J.-L. (2014). Les protocoles expérimentaux à cas unique dans le champ des déficiences intellectuelles. Dans G. Petitpierre, G. & B.-M. Martini-Willemin (dir.), *Méthodes de recherche dans le champ de la déficience intellectuelle : nouvelles postures et nouvelles modalités* (p. 57-91). Bern : Peter Lang.
- Postman, L., & Phillips, L. W. (1965). Short-term temporal changes in free recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 17, 132-138.
- Seymour, P. H., Aro, M., & Erskine, J. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British journal of psychology*, 94(2), 143-74.
- Solenthaler, B., Klingler, S., Käser, T., & Gross, M. (2018). Ten years of research on intelligent educational games for learning spelling and mathematics. *Computers and society*, 1-9.
- Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2013). L'apprentissage typique de la lecture. Dans L. Sprenger-Charolles & P. Colé (dir.), *Lecture et dyslexie : Approche cognitive* (p. 53-136). Paris: Dunod.
- Stanké, B., Ferlatte, M., & Granger, S. (2016). Apprentissage avec erreurs et sans erreur de l'orthographe lexicale : Impact auprès d'élèves du primaire bons et faibles orthographes. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 76(4), 65-83.
- Tardif, E. (2018). Apprendre « massé » ou dans la durée. *Prismes : revue pédagogique HEP Vaud*, 24, 30-33.
- Touzin, M. (2014). *100 idées pour venir en aide aux élèves dysorthographiques*. Paris : Éditions Tom Pousse.
- Valdois, S. (2006). Visages de la dyslexie. *Québec français*, 140, 72-74.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Nos plus sincères remerciements vont, en premier lieu, à notre directrice de mémoire, Anne-Françoise de Chambrier, pour son aide précieuse et ses conseils avisés qui nous ont permis de nourrir notre réflexion tout au long de ce travail.

Un grand merci aux élèves A., E., G., K., S., T., Va., Vi., ainsi qu'aux titulaires de la classe, sans qui ce travail aurait été impossible.

Nous remercions Lisa Stephenson de la société Dybuster pour sa disponibilité, ses idées et ses conseils tout au long de l'intervention.

Nous sommes très reconnaissantes envers Mireille et Mauro pour leur relecture attentive.

Enfin, nous remercions les personnes de notre entourage qui nous ont soutenues et encouragées tout au long de ce travail de mémoire professionnel.

Annexes

1. Lettre aux familles

Chers parents,

Dans le cadre de mon travail de diplôme, je m'intéresse à l'effet d'un logiciel informatique pour entraîner l'orthographe lexicale des mots.

En effet, différentes recherches menées avec d'autres enfants ont montré de bons résultats. Un entraînement de ce type pourrait permettre des améliorations en écriture et en lecture. Les élèves s'entraîneront plusieurs fois par semaine sur ce logiciel et passeront des tests, afin de savoir si l'utilisation de ce programme leur est bénéfique.

Toutes les informations recueillies seront traitées de façon confidentielle et seront rendues anonymes dans mon travail. Les prénoms, le nom et le lieu de l'école ne seront **jamais** mentionnés.

Je serais très reconnaissante si vous acceptiez que votre enfant participe à ce projet. La participation est entièrement libre. Je vous transmettrai les résultats, une fois le projet terminé, si vous le souhaitez.

Pour toute question ou demande d'information complémentaire, n'hésitez pas à me contacter.

Avec mes meilleures salutations.

Déborah Reichen



J'accepte que mon enfant participe à la recherche. **OUI** **NON**

Nom et prénom de l'enfant : _____

Signature des parents ou du représentant légal : _____

Ma signature signifie :

- J'ai lu et compris la lettre.
- J'avais la possibilité de poser des questions et j'ai reçu des réponses.
- Je laisse mon enfant participer de plein gré à cette étude.
- Je peux changer d'avis en tout temps sans devoir me justifier.

MESURE 8 - lecture en 30 secondes
Mots entraînés

magnifique	
costume	
grand	
casquette	
sourire	
méchant	
oreille	
fille	
muscle	
nez	
pantalon	
chapeau	
tête	
gros	
cou	
lèvre	

ventre	
calme	
garçon	
vieux	
sourcil	
front	
vert	
jambe	
habit	
enfant	
menton	
barbe	
épaule	
homme	
blanc	
dent	

Score : _____ / 32

MESURE 8 - écriture
Phrase 4

Score : _____ / 5

3. Exemples de corrections des mesures

MESURE 1 - écriture Pseudo-mots 1	MESURE 1 - écriture Mots réguliers 1
Mépsil ✓	acète ✓
Sande ✓	om ✓
gied ✓	parde ✓
chon ✓	enfant ✓
bave ✓	costum ✓
flein ✓	file ✓
kwoda ✓	gareo ✓
tanouvel ✓	ner ✓

Score : 5 / 8

Score : 2 / 8

Elève K.

MESURE 7 - écriture Pseudo-mots 1	MESURE 7 - écriture Mots réguliers 7
repsile ✓	barle ✓
sende ✓	ongen ✓
gial ✓	gros ✓
chon ✓	nez ✓
bedeure ✓	grand ✓
judin ✓	chapeau ✓
struda ✓	marginique ✓
tanouele ✓	veut ✓
	cout ✓
	berre ✓
	calme ✓
	cosvil ✓
	ventre ✓
	casote ✓
	icouire ✓
	menton ✓

Score : 7 / 8

Score : 11 / 16

Elève Vi.

Elève G.

MESURE 7 - lecture en 30 secondes
Mots entraînés

épaule	épaule → ✓
pantalon	·
ventre	x
casquette	x
front	·
habit	·
menton	manteau
sourire	x
vieux	·
nez	·
magnifique	x
gros	épaisse
garçon	·
filles	·
dent	dé → dent ✓
costume	

sourcil
calme
méchant
muscle
lèvre
cou
vert
jambe
chapeau
enfant
grand
barbe
oreille
homme
blanc
tête

Score : 9 / 32

Elève S.

MESURE 1 - lecture en 30 secondes
Mots entraînés

tête	
homme	
barbe	
enfant	
costume	
filles	film
gros	
nez	
blanc	
oreille	
grand	gros
chapeau	
dent	
garçon	
magnifique	magnifique
vieux	vieux

jambe
vert
cou
lèvre
muscle
méchant
calme
sourcil
épaule
pantalon
ventre
casquette
habit
front
menton
sourire

Score : 13 / 32

Elève A.

MESURE 1 - écriture
Phrase 1

Les petite enfant meto de jolie costum

Score : 0 / 15

Elève Va.

MESURE 7 - écriture
Phrase 3

les grand garçon marche les tête
marchant

Score : 1 / 15

4. Interface du logiciel *Vocaboum*

4.1 Détail des erreurs

Exemple d'erreurs lors de l'écriture du mot « habit ». L'élève avance par tâtonnements en essayant des lettres. Il ne peut continuer que lorsqu'il a trouvé la première lettre du mot.

14 janvier 2021 à 09:32 : erreurs corrigées	a b a r a b _ v h _ g t o a b i t
14 janvier 2021 à 09:34 : bonne entrée	h a b i t
14 janvier 2021 à 09:36 : bonne entrée	h a b i t

Exemple d'erreurs de frappe à la deuxième ligne. Sur le clavier, le S est à côté du A. Il ne s'agit pas d'une erreur d'orthographe lexicale.

5 novembre 2020 à 10:14 : erreurs corrigées	b a r b a e
5 novembre 2020 à 10:15 : erreurs corrigées	b s r b a r b e
5 novembre 2020 à 10:15 : bonne entrée	b a r b e b e
5 novembre 2020 à 10:15 : bonne entrée	b a r b e
5 novembre 2020 à 10:16 (quiz) : bonne entrée	b a r b e

Exemple d'erreurs d'orthographe lexicale lors de l'écriture du mot « magnifique ». Recherche du son [gn] et [que].

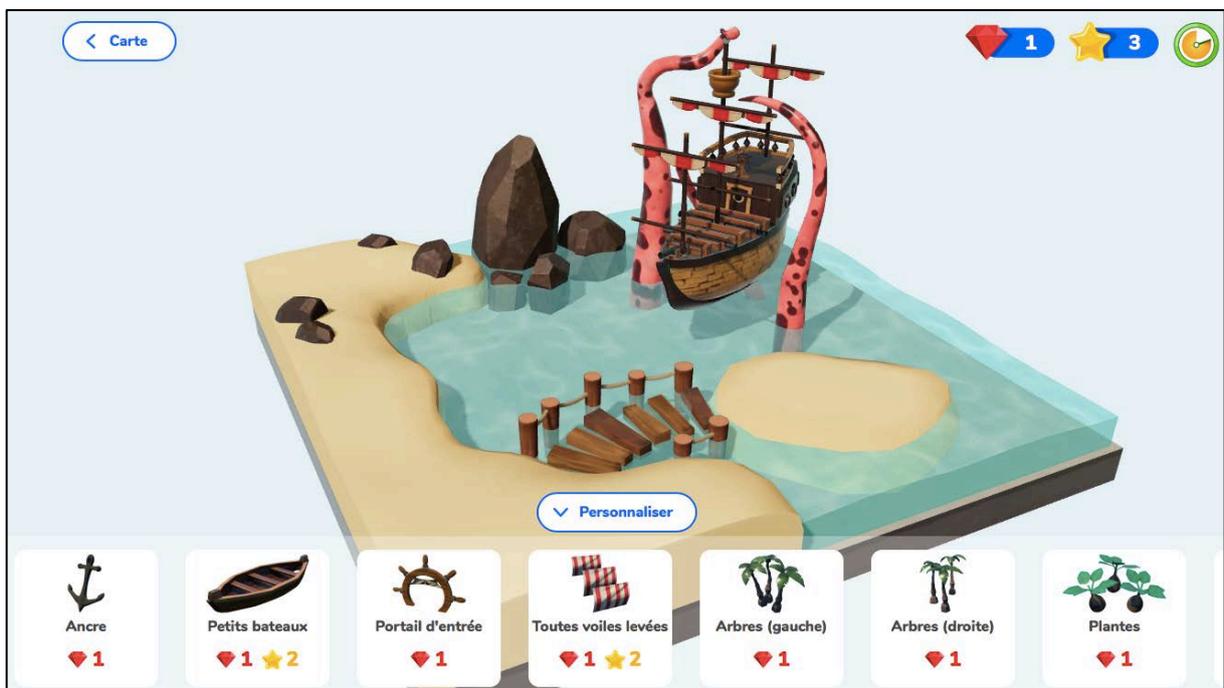
15 décembre 2020 à 14:15 : erreurs corrigées	m a g i n i f i k c j h q u e
15 décembre 2020 à 14:18 : erreurs corrigées	m a n g n i f i q u e
15 décembre 2020 à 14:29 : erreurs corrigées	e m e a g n i f i q u e

4.2 Récompenses

Parcs d'attraction : possibilité d'acheter des manèges avec un diamant.

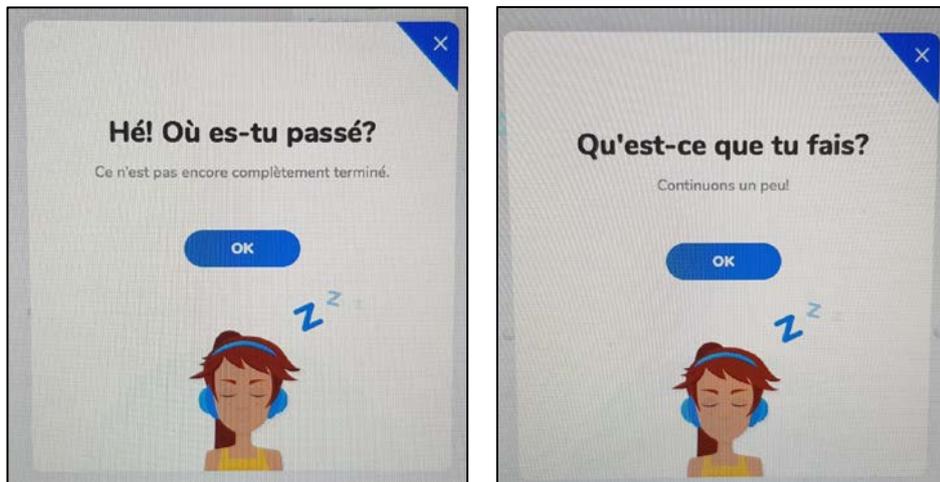


Possibilité de faire des tours de manège et d'acheter des éléments à ajouter dans son parc.

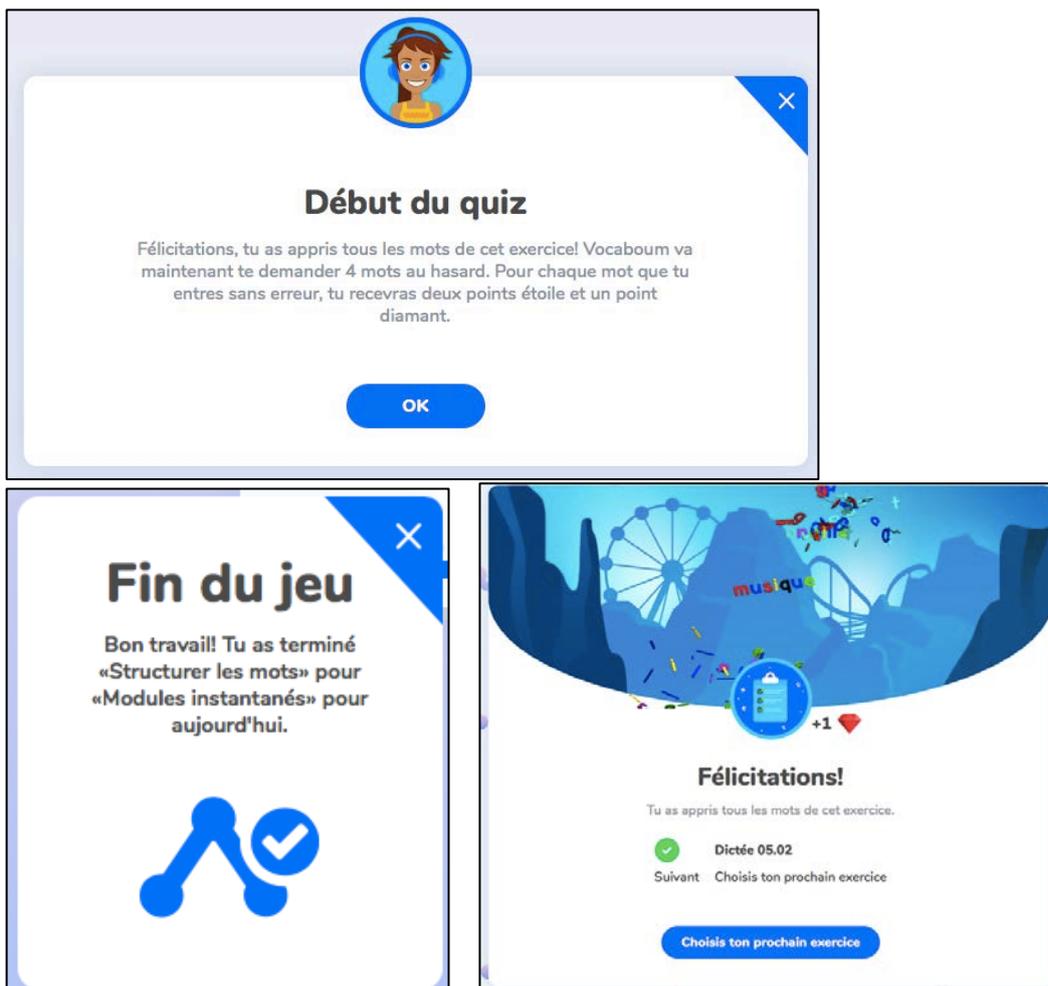


4.3 Feedback

Pop-up qui apparaît lorsque l'élève n'est plus actif dans le logiciel.



Exemples de rétroactions positives avant, pendant et à la fin d'un module.



Résumé

Le français est un système d'écriture phonographique alphabétique. La lecture et l'écriture sont basées sur la correspondance entre les lettres (graphèmes) et les sons (phonèmes) (Fayol, 2006). L'inconsistance des conversions phono-graphémique et grapho-phonémique rend l'apprentissage du langage écrit difficile (Fayol & Jaffré, 2014).

Pour devenir un lecteur-scripteur habile, les orthographe lexicale et grammaticale doivent être maîtrisées. Nous constatons la complexité de ces apprentissages dans nos contextes professionnels au sein de populations de l'enseignement spécialisé. Les difficultés se retrouvent rapidement dans l'ensemble des tâches scolaires, les compétences en langage écrit étant constamment sollicitées en situation d'apprentissage.

Sensibles aux approches MITIC, nous nous sommes intéressées au logiciel informatique *Vocaboum* qui permet d'apprendre l'orthographe lexicale en entraînant de manière ludique la conscience phonologique, en intégrant plusieurs modalités sensorielles et en donnant des rétroactions immédiates. L'objectif de cette étude était de vérifier si l'apprentissage de l'orthographe lexicale de mots réguliers sur le logiciel améliorerait la lecture et l'écriture de ces mots, si un transfert se ferait sur des mots réguliers non-travaillés et si cela permettrait de libérer des ressources cognitives et attentionnelles pour se consacrer à l'orthographe grammaticale. Pour ce faire, huit élèves de 5^{ème} Harnos (9-10 ans) présentant des troubles du langage ont utilisé le logiciel à raison de trois séances par semaine, durant 15 minutes chacune, sur une période de deux mois. Un devis expérimental à cas unique a permis de comparer les élèves à leurs propres performances. Les résultats ont démontré que l'entraînement de l'orthographe lexicale sur *Vocaboum* a permis une amélioration en lecture et écriture des mots travaillés. Les résultats concernant le transfert sur des mots non-travaillés et l'orthographe grammaticale sont moins prononcés, mais restent tout de même prometteurs. Ces résultats encouragent à utiliser des méthodes informatisées pour varier les modalités d'apprentissage et motiver les élèves. De plus, cela démontre qu'un entraînement de la conscience phonologique, bien que pratiqué chez des élèves plus âgés, a un effet positif sur les compétences en langage écrit.

Troubles spécifiques des apprentissages – Orthographe lexicale – Voie d'assemblage

Logiciel informatique – Multisensoriel – Rétroaction immédiate