



HAL
open science

Est-ce qu'écrire sur un clavier aide les élèves présentant un Trouble Spécifique d'Apprentissage du Langage Écrit à améliorer leur orthographe ?

Lucie Broc, Marie Caillet

► To cite this version:

Lucie Broc, Marie Caillet. Est-ce qu'écrire sur un clavier aide les élèves présentant un Trouble Spécifique d'Apprentissage du Langage Écrit à améliorer leur orthographe ?. *Glossa*, 2024, 141, pp.50-69. 10.61989/epzt0p92 . hal-04759778

HAL Id: hal-04759778

<https://hal.science/hal-04759778v1>

Submitted on 30 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Est-ce qu'écrire sur un clavier aide les élèves présentant un Trouble Spécifique d'Apprentissage du Langage Écrit à améliorer leur orthographe ?

Autrices :

Lucie Broc¹
Marie Caillet²

Affiliations :

¹ Laboratoire CeRCA
(Centre de Recherche sur la Cognition et l'Apprentissage) UMR 7295 du CNRS & Université de Poitiers, France.

² Centre de Formation Universitaire en Orthophonie & Université de Poitiers, France.

Autrice de correspondance :

Lucie Broc
lucie.broc01@univ-poitiers.fr

Dates :

Soumission : 09/01/2024
Acceptation : 25/07/2024
Publication : 24/10/2024

Comment citer cet article :

Broc, L. & Caillet, M. (2024). Est-ce qu'écrire sur un clavier aide les élèves présentant un Trouble Spécifique d'Apprentissage du Langage Écrit à améliorer leur orthographe ? *Glossa*, 141, 50-69. <https://doi.org/10.61989/epzt0p92>

ISSN (Web) :

2117-7155

Copyright :

Tous droits réservés aux autrices. Partage autorisé selon les termes de la licence Creative Commons Attribution 4.0 International.



Contexte : Le Trouble Spécifique d'Apprentissage du Langage Écrit (TSApp-LE) est caractérisé par des difficultés d'apprentissage de la lecture (dyslexie) et de l'expression écrite (dysorthographe) pouvant impacter les performances scolaires. Dans ce contexte, différents aménagements pédagogiques peuvent être mis en place. Cependant, lorsque les troubles sont trop importants, l'outil informatique peut être proposé. L'utilisation de cette aide comme moyen de compensation nécessite une prise en soin en ergothérapie notamment pour apprendre à écrire sur un clavier et à maîtriser les logiciels d'aide à l'écriture.

Objectif : Cette étude vise à évaluer les performances orthographiques d'élèves TSApp-LE lorsqu'ils écrivent sur un clavier d'ordinateur. Le but principal est de définir les intérêts et les limites de la mise en place de l'outil informatique comme outil de compensation.

Hypothèses : Le déficit orthographique des élèves présentant un TSApp-LE devrait se manifester à la fois en condition manuscrite et tapuscrite. Cependant, la prise en soin régulière et sur du long terme en ergothérapie devrait augmenter l'autonomie des élèves dans la maîtrise des outils de compensation et par conséquent leur précision orthographique, dans la modalité tapuscrite.

Méthode : 11 élèves de 10 à 14 ans, présentant un TSApp-LE et utilisant l'outil informatique comme moyen de compensation au quotidien ont participé à cette étude. Ils ont produit deux narrations écrites, une à la main (condition manuscrite) et une sur un clavier d'ordinateur (condition tapuscrite). La longueur des narrations ainsi que la précision orthographique et le type d'erreurs d'orthographe produites ont été relevés.

Résultats : Il n'y a pas de différence significative entre les deux modalités d'écriture sur les deux variables testées. Globalement, les participants TSApp-LE ne produisent pas plus d'erreurs d'orthographe en condition manuscrite qu'en condition tapuscrite. Par ailleurs, ils produisent plus d'erreurs d'orthographe morphologique (flexionnelle et dérivationnelle) que d'erreurs lexicales et phonologiques et ce, quelle que soit la modalité de production.

Une analyse qualitative permet de nuancer ces résultats globaux puisque les participants qui ont bénéficié d'un suivi long et régulier en ergothérapie utilisent plus les aides mises à leur disposition et produisent moins d'erreurs d'orthographe dans la condition tapuscrite que dans la condition manuscrite. Cependant, la maîtrise de l'ordinateur n'est pas seulement liée au suivi en ergothérapie. Elle dépendrait également des comorbidités que présente l'enfant, telle que l'existence d'un trouble du déficit de l'attention, et de sa motivation face à la tâche écrite.

Conclusion : L'utilisation de l'ordinateur comme outil de compensation des difficultés orthographiques dans le TSApp-LE est à questionner individuellement pour chaque enfant présentant un trouble spécifique des apprentissages.

Mots-clés : Trouble Spécifique d'Apprentissage du Langage Écrit (TSApp-LE), narration écrite, clavier d'ordinateur, orthophonie, ergothérapie.

Does writing on a keyboard help students with a Specific Written Language Learning Disability to improve their spelling?

Context: Specific Written Language Learning Disorder is characterised by difficulties in learning to read (dyslexia) and write (dysorthographie), which can have an impact on school performance. In this context, various pedagogical arrangements can be put in place. However, when difficulties are too important, the use of computer can be proposed. Using a computer as a means of compensation requires occupational therapy, in particular to learn how to write on a keyboard and to master writing software.

Objective: The aim of this study was to evaluate the spelling performance of students with a Specific Written Language Learning Disorder on a computer keyboard. The main aim is to define the interests and limitations of using the computer as a compensatory tool.

Hypothesis: The spelling disorder of students with Specific Written Language Learning Disorder should be apparent in both handwritten and typed form. However, regular, long-term occupational therapy treatment should increase pupils' autonomy in mastering compensatory tools and, consequently, their spelling accuracy in the typed mode.

Method: 11 students from 10 to 14 years old with Specific Written Language Learning Disorder who use computers as a means of daily compensation took part in this study. They produced two written narratives, one by hand (handwritten condition) and one on a computer keyboard (typed condition). The length of the narratives, as well as spelling accuracy and the type of spelling errors produced, were recorded.

Results: There was no significant difference between the two writing modes on the two variables tested. Overall, participants with Specific Written Language Learning Disorder made no more spelling errors in the handwritten condition than in the typed condition. Moreover, they produce more morphological spelling errors (inflectional and derivational) than lexical and phonological errors, whatever the mode of production.

A qualitative analysis qualifies these overall results, since the participants who received long and regular occupational therapy treatment made greater use of the aids made available to them and produced fewer spelling errors in the typed condition than in the handwritten condition. Nevertheless, computer proficiency is not only linked to occupational therapy follow-up. It also depends on the child's co-morbidities, such as attention deficit disorder, and his or her motivation to perform the written task.

Conclusion: The use of computers as a tool to compensate for spelling difficulties in children with Specific Written Language Learning Disorder needs to be considered individually for each child with a specific learning disability.

Key-words: Specific Written Language Learning Disorder, written narratives, keyboard, speech-language therapy, occupational therapy.

INTRODUCTION

L'usage des outils informatiques est de plus en plus fréquent dans notre quotidien. Ce phénomène a des répercussions dans le domaine de l'éducation et du soin. Il a été montré par exemple qu'en 2018, 65% des étudiants auraient pris leurs notes sur ordinateur (Barry, 2018) alors qu'ils n'étaient que 24% en 2015 (Roche, 2015). Côté soin, la loi du 11 février 2005 relative à « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées » (JORF, 2005) a affirmé le droit à l'éducation pour tous en favorisant notamment l'inclusion des élèves en situations de handicap. À cet effet, différents outils de compensation peuvent être demandés auprès de la Maison Départementale des Personnes Handicapées (MDPH) par le biais du Plan Personnalisé de Scolarisation (Bacquelé, 2015). Parmi les aides techniques qui sont possibles, la MDPH peut notifier l'utilisation d'un matériel informatique pour des enfants présentant un trouble spécifique d'apprentissage du langage écrit (ex. dyslexie-dysorthographe) (Despres, 2010). L'objectif est de diminuer les difficultés au niveau du geste graphique et/ou de la conversion phono-graphémique, lors du passage à l'écrit mais aussi de la transcription orthographique notamment lexicale et morphologique.

La loi de 2005 a eu pour effet d'augmenter considérablement le nombre d'élèves déclarés en situation de handicap au sein des classes ordinaires, ce qui in fine a nécessité une adaptation des méthodes et supports. L'intégration d'outils informatiques dans la sphère scolaire représente à la fois une avancée révolutionnaire pour les élèves présentant un TSApp-LE, mais aussi un bouleversement majeur dans la représentation des attentes scolaires, traditionnellement évaluées par l'écriture « papier-crayon ». Il apparaît donc fondamental de s'intéresser aux bénéfices et aux limites de ce moyen de compensation afin de préconiser des adaptations optimales aux patients. En effet, on peut aisément se demander si le geste de frappe sur le clavier (écriture tapuscrite) facilite réellement la prise de notes comparativement à l'écriture manuscrite et si l'utilisation de logiciels d'aide à l'écriture, tel que le correcteur par exemple, apporte une aide efficace à la qualité orthographique finale d'une production écrite.

Interroger la pertinence de l'outil informatique comme moyen de compensation des difficultés

rencontrées à l'écrit par les enfants et les adolescents présentant un TSApp-LE est né de ces questionnements. En effet, à ce jour, bien que l'ordinateur soit de plus en plus proposé et exploité comme moyen de compensation, peu d'études existent sur sa réelle efficacité. Cette étude a donc pour objectif d'évaluer quels sont les apports et les limites de l'outil informatique comme moyen de compensation lorsqu'il est proposé à des enfants et adolescents de 10 à 14 ans présentant un TSApp-LE.

Quelles différences entre écriture manuscrite et tapuscrite ?

Les deux modalités d'écriture diffèrent par leur support, l'une étant sur papier, l'autre sur clavier. Alors que le contrôle de la production manuscrite se fait sur la même unité spatiale, celui de l'écriture tapuscrite sépare l'espace de production motrice, le clavier (horizontal), et l'espace d'affichage de la rédaction, l'écran (vertical). Cette distinction de l'espace moteur et de l'espace visuel demande donc un partage attentionnel (Wollscheid et al., 2016). En effet, l'attention visuelle serait plus économique en écriture manuscrite puisque l'ordinateur impose des va-et-vient entre clavier et écran ce qui est coûteux chez le dactylographe débutant. De plus, lorsque l'on écrit sur un clavier d'ordinateur le feedback visuel n'est pas permanent, à moins que la frappe ne soit automatisée (Johansson et al., 2010).

Les processus cognitifs et mouvements grapho-moteurs mis en jeu diffèrent également. L'écriture manuscrite est un geste fin reposant sur des acquisitions soutenues par la mémoire procédurale (Puranik & Lonigan, 2011). Tracer une lettre repose sur l'association de celle-ci à la programmation motrice de ses caractères allographiques. L'écriture tapuscrite repose aussi sur un apprentissage procédural, cependant, ce ne sont pas les caractères allographiques de la lettre qui entrent en jeu mais leur position sur le clavier : le mouvement en écriture tapuscrite est une association entre la position d'une touche et le doigt le plus proche et le plus facilement mobilisable (Yamaguchi & Logan, 2014). Par ailleurs, écrire à la main génère une représentation motrice pour chaque lettre, ce qui permet une représentation multimodale des lettres en mémoire (Longcamp et al., 2005, Mayer et al., 2020). Écrire au clavier est plus rapide mais cette vitesse ne présenterait pas d'avantage au niveau de la production textuelle (Alves et

al., 2016 ; Horne et al., 2011). En effet une étude montre au contraire que ralentir la frappe au clavier augmente la diversité et la complexité du lexique utilisé (Medimorec et al., 2017 ; Medimorec & Risko, 2016).

Enfin, la transcription est fondamentalement différente selon l'outil d'écriture utilisé (crayon ou clavier) puisque les écritures manuscrite et tapuscrite requièrent des compétences motrices différentes. L'écriture manuscrite est une activité motrice fine de l'un des deux membres supérieurs. Pour une bonne réalisation des mouvements, elle nécessite un contrôle tonico-postural fonctionnel afin de maintenir la posture, la tonicité des muscles et ainsi libérer le geste graphique mais aussi la synchronisation entre le mouvement et la perception visuelle. Globalement, en écriture manuscrite, la coordination entre l'ensemble des fonctions cognitives sollicitées est primordiale puisqu'il est question de récupérer les programmes moteurs souhaités en mémoire à long terme afin de les exécuter (Vaivre-Douret & Lopez, 2021). Ainsi, la qualité du résultat obtenu est assurée par un contrôle musculaire et visuel. Concernant l'écriture dactylographiée, des compétences procédurales pour trouver les touches correspondant aux lettres voulues sont requises (Yamaguchi & Logan, 2014). Chaque lettre est associée à une touche, elle-même associée à un doigt qui effectue la frappe. Seul un contrôle de la génération de la frappe et de la sortie visuelle est effectué.

Le Trouble Spécifique d'Apprentissage du Langage Écrit (TSApp-LE)

Dans la 5e version du manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-5 ; APA, 2013), le TSApp-LE s'inscrit dans les troubles neurodéveloppementaux. Ces troubles primaires et persistants touchent 5 à 7% des enfants d'âge scolaire et les comorbidités sont très fréquentes (INSERM, 2017, 2019). En effet, 40% des enfants diagnostiqués présentent plusieurs TSApp ou une autre comorbidité (trouble développemental du langage oral, trouble développemental de la coordination, déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité -TDA/H).

Le TSApp-LE impacte de façon négative et durable la vie sociale, scolaire et professionnelle des personnes qui en souffrent. L'atteinte de certains processus cognitifs implique une surcharge attentionnelle, une lenteur et une fatigabilité qui altèrent fortement les capacités d'apprentissage

particulièrement au collège et au lycée où l'écrit est le support principal de l'évaluation (Graham et al., 2012). Ainsi, l'énergie des enfants présentant un TSApp-LE est principalement consacrée aux aspects formels du langage, en particulier à l'encodage orthographique des mots, possiblement associé à des constructions syntaxiques fragiles, aux dépens de l'expression des connaissances et de la démonstration du raisonnement, ce qui impacte négativement l'organisation de la pensée et la restitution des connaissances à l'écrit (Bacquelé, 2015). Ce sont ces mêmes difficultés qui, entraînant des hésitations et des rectifications permanentes, pourraient être à l'origine de troubles au niveau du graphisme et donc de la lisibilité. En effet, Graham et Perin (2007) ainsi que Peverly et al. (2012) s'accordent sur le fait que les productions académiques des enfants présentant des difficultés relatives aux aspects formels de l'écriture (orthographe, syntaxe), seraient également inférieures à celles de leurs pairs d'âge en termes de contenu.

Lyon et al. (2003) rappellent que le trouble de l'apprentissage du langage écrit est caractérisé par « des difficultés dans la reconnaissance exacte et/ou fluente de mots ainsi que par une orthographe des mots et des capacités de décodage limitées ». Ainsi, le TSApp-LE englobe un déficit en lecture et un déficit en orthographe. Un déficit de conscience phonologique est une des hypothèses explicatives de ce trouble : le déficit phonologique sous-jacent influencerait les compétences en conversion phono-graphémiques. Par ailleurs, les capacités de relecture plus ou moins déficitaires entravent la qualité de la révision du texte produit. En effet, les étudiants présentant un TSApp-LE parviendraient à détecter et corriger certaines erreurs orthographiques dans leurs textes mais cette révision serait moins efficace que celle de leurs pairs (Mazur-Palandre & Chenu, 2020). De plus, ces étudiants produiraient significativement plus d'erreurs phonologiques, lexicales et morphologiques (flexionnelles et dérivationnelles) que les étudiants typiques (Mazur-Palandre, 2018).

Le développement de l'orthographe

L'écriture du français repose sur la combinaison de lettres et de signes diacritiques (accents, cédille et tréma) de notre système alphabétique, qui représentent le langage oral (Treiman & Bourassa, 2000). L'apprentissage de l'orthographe en langue française est long en raison de l'opacité de la

langue (Hanner et al., 2021). En effet, en français la transcription phono-graphémique n'est pas toujours biunivoque et dans de nombreux cas, la transcription phonologique peut se faire avec plusieurs graphèmes. Le développement de l'orthographe s'appuie donc sur la conversion phono-graphémique et la constitution d'un lexique orthographique en mémoire. Cependant, ces connaissances ne suffisent pas à écrire sans erreur. En effet, les connaissances morphologiques flexionnelles et dérivationnelles améliorent la précision de l'orthographe lexicale par l'attribution de sens, réduisant alors les possibilités orthographiques (Benson-Goldberg, 2014).

La *Triple Word Form Theory of spelling development*, issue des travaux de Berninger et Abbott (2010), Garcia et al. (2010) et Richards et al. (2006) postule la coordination de la conscience phonologique, la conscience lexicale et la conscience morphologique dès le début de l'apprentissage du langage écrit. La composante phonologique correspond à l'application des règles de conversion phono-graphémique. La composante lexicale de l'orthographe correspond à l'acquisition de caractéristiques orthographiques spécifiques, et repose sur la construction d'un stock orthographique. Enfin, la composante morphologique correspond à la capacité de traitement des parties variables du mot, marquant une fonction grammaticale ou dérivant le sens même de la racine par l'ajout d'un affixe. Selon les auteurs, les trois composantes interviendraient simultanément dans les traitements nécessaires pour orthographier les mots, d'autant plus lorsque les mots sont complexes et dérivés (Benson-Goldberg, 2014). Ainsi, des difficultés sur une ou plusieurs de ces compétences impacteraient la qualité orthographique des mots (Zhao et al., 2017).

Grâce à la *Triple Word Form Theory of spelling development* (Berninger & Abbott, 2010 ; Garcia et al., 2010 ; Richards et al., 2006), on distingue trois catégories d'erreurs orthographiques : les erreurs phonologiques, lexicales et morphologiques. Les erreurs phonologiques sont liées à un déficit en conscience phonologique qui induit des difficultés de conversion phono-graphémique. Les erreurs lexicales sont liées à des difficultés de stockage ou d'accès au lexique orthographique. Enfin, les erreurs morphologiques sont liées à la conscience morphologique qui supervise la morphologie dérivationnelle et flexionnelle. Le *Phonological Orthographic Morphological Analysis of Spelling*

(POMAS ; Bahr et al., 2012) permet de catégoriser les erreurs d'orthographe selon les trois grandes catégories identifiées dans la *Triple Word Form Theory of spelling development* (Berninger & Abbott, 2010 ; Garcia et al., 2010 ; Richards et al., 2006). Cette catégorisation s'appuie sur un système d'analyse qui permet d'évaluer les caractéristiques linguistiques sous-jacentes utilisées pour chaque tentative orthographique, indépendamment de la légalité des séquences de lettres. Une telle analyse permet de montrer qu'une production orthographique peut comporter plusieurs erreurs linguistiques différentes. En d'autres termes, un mot écrit peut comporter plusieurs erreurs. Joye et al. (2022) ont adapté le POMAS aux caractéristiques spécifiques de la langue française et créé le codage POMAS-FR.

Selon la sévérité des difficultés orthographiques des enfants qui présentent un TSApp-LE, des compensations spontanées peuvent s'imposer à l'enfant comme s'accorder davantage de temps pour les tâches écrites. Cette compensation temporelle devient difficilement possible lorsque le rythme scolaire s'intensifie, notamment au collège où l'on attend une automatisation rapide des aspects formels au service de l'apprentissage et de la restitution des nouvelles connaissances. La quantité d'informations à traiter simultanément dans le respect d'une contrainte temporelle tend alors à accentuer les troubles des enfants avec un TSApp-LE, les amenant à se concentrer sur la tâche d'écriture aux dépens, malgré eux, des apprentissages. Le recours à l'outil informatique peut être une solution. Bacquélé (2015) affirme que la réussite de l'utilisation de l'outil informatique repose à la fois sur les performances du matériel proposé, mais également sur l'implication des différents acteurs et la prise en compte du matériel au niveau logique et pédagogique.

L'ordinateur comme moyen de compensation

L'utilisation de l'outil informatique au quotidien est, dans la plupart des cas, notifiée par la MDPH dans le cadre d'un projet de scolarisation individualisé. Cet outil répond très souvent à un double objectif : (1) simplifier la transcription du langage oral vers le langage écrit et (2) décharger l'enfant du geste graphique. Parmi les aides informatiques permettant de compenser les difficultés de transcription, on distingue les logiciels augmentatifs des logiciels prothétiques. D'après Benoit et Sagot (2008), les logiciels augmentatifs permettent de faciliter et d'optimiser

des facultés que les enfants utilisent de manière amoindrie. C'est notamment le cas des correcteurs orthographiques ou des logiciels de prédiction de mots. Les logiciels prothétiques permettent quant à eux de pallier une capacité déficiente. À titre d'exemple, les logiciels de synthèse vocale et de dictée vocale occupent cette fonction prothétique (Bacquelé, 2015).

Les correcteurs orthographiques mettent en évidence les erreurs d'orthographe en proposant une correction. Les prédicteurs de mots peuvent être utilisés selon deux procédés : le procédé de correspondance orthographique ou le principe de cooccurrence. Dans le premier procédé, le prédicteur orthographique soumet des mots en lien avec les premières lettres transcrites, permettant ainsi à l'enfant d'effectuer un choix parmi des termes correctement orthographiés. Dans le second, il présente des mots en lien avec la syntaxe de la phrase (Bélanger, 2020). Enfin, d'autres logiciels peuvent également être utilisés comme moyens de suppléance à la transcription tels que : SpeakKQ, Antidote, Cordial, Kurzweil 3000 ainsi que les logiciels directement intégrés dans les systèmes d'exploitation informatiques (Casalis et al., 2019).

L'utilisation de l'ordinateur et la mise en place des logiciels d'aide ont pour objectif de soulager l'élève mais l'écriture au clavier doit faire l'objet d'un apprentissage préalable spécifique en ergothérapie. En effet, un des principaux freins à la mise en place d'un ordinateur est l'absence de maîtrise initiale du clavier. L'outil informatique, tant qu'il n'est pas maîtrisé, est cognitivement très coûteux pour le dactylographe débutant. Cependant, malgré le suivi d'un programme d'apprentissage aboutissant à l'automatisation de la frappe, certaines études menées auprès de populations au développement typique - jeunes enfants en début d'apprentissage du langage écrit (Alves et al., 2016) et étudiants en début de cursus universitaire (Kellogg & Mueller, 1993) - s'accordent sur le fait que l'écriture dactylographique reste plus coûteuse que l'écriture manuscrite et ne présenterait pas de bénéfice sur le plan cognitif. A contrario, trois méta-analyses (Bangert-Drowns, 1993 ; Goldberg et al., 2003 ; Morphy & Graham, 2012), mettent en avant que les narrations écrites sont plus longues et de meilleures qualités orthographiques en condition tapuscrite qu'en condition manuscrite.

Par ailleurs, quelques auteurs se sont intéressés à l'effet de l'écriture au clavier sur la qualité des

textes produits par des enfants. Connelly et al. (2007) ont notamment observé qu'en l'absence d'apprentissage de l'écriture au clavier, les enfants de 9 ans et 10 ans qui ne présentent pas de TSApp-LE ont une plus grande fluidité rédactionnelle et rédigent des textes de meilleure qualité avec l'écriture manuscrite. Van Weerdenburg et al. (2019) ont également montré qu'augmenter la fluidité de frappe des enfants de 8 à 10 ans qui ne présentent pas de TSApp-LE par un apprentissage explicite permet d'améliorer la qualité globale et orthographique des rédactions. Cependant, à 7 ans et demi si l'écriture manuscrite est entraînée en parallèle de l'écriture tapuscrite chez les enfants qui ne présentent pas de TSApp-LE, c'est la première qui aboutit à une rédaction de textes de meilleure qualité globale (Alves et al., 2016).

Concernant le déficit orthographique, on s'attend à ce que l'aide d'un correcteur soulage le processus de révision puisque davantage de ressources cognitives sont allouées au contenu du texte et à l'organisation des idées. Cependant, Rønneberg et al. (2018) ont montré que, chez des enfants présentant un TSApp-LE, les erreurs soulignées immédiatement perturbent la production textuelle : l'attention est focalisée sur un terme précis au détriment du sens, la planification conceptuelle est interrompue ; ce qui altère la qualité globale du texte.

Guillermin et Leveque-Dupin (2012) rappellent que « *l'automatisation de la frappe au clavier est nécessaire afin que l'ordinateur apporte les bénéfices escomptés* », ce qui implique que l'apprentissage doit être effectué dès l'attribution du matériel. Cependant, il apparaît que peu d'enfants bénéficient d'un accompagnement en ergothérapie pour prendre en main l'ordinateur (Bacquelé, 2015). Dans ce cas, l'apprentissage se fait généralement dans le cadre familial. De plus, un certain nombre d'enfants ne parviennent pas à exploiter cet outil en classe, notamment en raison du regard d'autrui, de freins logistiques (proximité d'une prise électrique ou paramétrage des logiciels) ou de freins pédagogiques (adaptations des supports pédagogiques à l'usage informatique).

OBJECTIF ET HYPOTHÈSES

La maîtrise de l'écriture dactylographiée est cognitivement coûteuse (apprentissage procédural, gestion des espaces visuel et moteur dissociés, gestion attentionnelle liée à l'utilisation du correcteur orthographique). Pourtant, lorsqu'un enfant présente un TSApp-LE un outil informatique

peut être proposé. On peut alors se demander si l'écriture au clavier constitue véritablement une aide chez les élèves présentant un TSApp-LE. L'objectif de la présente étude est de comparer les performances orthographiques des élèves avec un TSApp-LE lorsqu'ils écrivent sur clavier et sur papier.

La première hypothèse porte sur les difficultés orthographiques des enfants présentant un TSApp-LE. D'une part, le déficit phonologique influence directement les compétences phonographémiques de ces enfants et entraîne un nombre d'erreurs d'orthographe phonologiques significativement supérieur à celui produit par les enfants typiques du même âge. D'autre part, le déficit phonologique peut entraîner également des erreurs lexicales et morphologiques selon le principe de recodage phonologique de Share (2004). Au cours de l'apprentissage, les erreurs phonologiques vont diminuer mais ce traitement de correspondance phonème-graphème reste coûteux en termes de contrôle cognitif et par conséquent les erreurs lexicales et morphologiques persistent. On s'attend donc à ce que, globalement, le déficit phonologique des enfants présentant un TSApp-LE impacte directement l'efficacité de l'ordinateur comme moyen de compensation. Ainsi, de façon globale, les erreurs d'orthographe produites par les enfants TSApp-LE devraient rester majoritaires et ce, quelle que soit la modalité d'écriture considérée.

La seconde hypothèse de l'étude concerne l'impact de la maîtrise de l'outil informatique avec la mise en place d'un suivi en ergothérapie. On s'attend ici à ce que la prise en soin régulière en ergothérapie augmente l'autonomie des élèves dans la maîtrise des outils de compensation et par conséquent leur précision orthographique dans la modalité tapuscrite. De ce fait, les participants TSApp-LE qui bénéficient d'une prise en soin régulière en ergothérapie et sur du long terme devraient produire moins d'erreurs phonologiques, lexicales et morphologiques par mot en condition tapuscrite que manuscrite.

MÉTHODE

L'expérience a été réalisée conformément aux normes éthiques de la déclaration d'Helsinki de l'AMM (1964). Avant la passation, tous les parents ont été informés par une fiche d'information de la mise en place de l'étude et de ses objectifs. Ils ont tous complété une fiche de consentement

autorisant leur enfant à participer à cette étude. Par ailleurs la conformité du traitement des données récoltées au règlement général sur la protection des données a été validée sous la référence 202346.

Description des participants

Onze participants TSApp-LE (quatre filles ; sept garçons), tous scolarisés en classe ordinaire du CM2 à la 3e, ont participé à cette étude ($M_{\text{âge}} = 12,37$; $SD_{\text{âge}} = 1,52$). La répartition dans les classes est la suivante : un participant était en classe de CM2, deux en 6e, un en 5e, trois en 4e et enfin quatre participants étaient en 3e. Les critères d'inclusion retenus étaient les suivants : 1/ un diagnostic de trouble spécifique de l'apprentissage du langage écrit (avec ou sans comorbidité), posé par un orthophoniste ; 2/ le français comme langue maternelle ; 3/ la classe de scolarisation (du CM2 à la 3e) et 4/ l'utilisation de l'outil informatique et de logiciels d'aide augmentative à l'écriture à l'école et/ou pour faire les devoirs à la maison (exclusion des participants qui utilisaient la dictée vocale comme moyen de transcription). Le recrutement a été réalisé par l'intermédiaire d'orthophonistes et d'ergothérapeutes des régions Centre-Val de Loire, Pays de la Loire et Nouvelle-Aquitaine. Afin de s'assurer que les critères d'inclusion étaient respectés, des questionnaires ont été adressés d'une part aux orthophonistes des participants à cette étude et d'autre part à leurs responsables légaux. Le tableau 1 présente de façon synthétique le profil de chaque participant en fonction des différents critères d'inclusion.

Critère d'inclusion 1

Tous les participants TSApp-LE ont bénéficié ou bénéficiaient encore (sept d'entre eux) d'un suivi en orthophonie. Les questions posées dans le questionnaire adressé aux orthophonistes portaient sur les tests utilisés et les scores obtenus pour le diagnostic de TSApp-LE, les diagnostics posés avec présence ou non de comorbidité et la durée du suivi. Les réponses apportées nous ont permis de déterminer que tous les participants présentaient un déficit phonologique et a minima un déficit en lecture associé à un déficit en orthographe.

Critères d'inclusion 2, 3 et 4

Le questionnaire adressé aux responsables légaux avait pour objectif de contrôler la langue maternelle des participants, leur classe de scolarisation, la

TABLEAU 1 : Caractéristiques individuelles des participants TSApp-LE (dyslexiques-dysorthographiques).

Participant	Âge	Classe	Comorbidité 1	Comorbidité 2	Suivi en orthophonie Durée	Suivi en ergothérapie Durée Fréquence	Notification MDPH et/ ou PAP pour ordi
1	14,33	3 ^e			En cours 7 ans	Oui 2 ans 1 séance / 15 j	Notification MDPH
2	13,91	4 ^e	Dysgraphie	Difficultés en langage oral	En cours 2 ans	Oui 2 ans 22 séances	Notification MDPH
3	13,66	4 ^e	Difficultés en langage oral		En cours 7 ans	Non	PAP
4	14,33	3 ^e	Haut potentiel intellectuel		En cours 2 ans	Oui 10 séances + suivi ponctuel	PAP
5	13,42	4 ^e	Dysgraphie	Trouble attentionnel	Terminé 4 ans	Oui 2 ans 1 séance hebdo	Notification MDPH + PAP
6	10,25	CM2	Dysgraphie	Trouble attentionnel	En cours 7 ans	Oui 1 séance hebdo	
7	11,08	6 ^e	Trouble attentionnel		En cours 5 ans	Oui Formation en ligne payante hors ergo	
8	14,16	3 ^e			Terminé 4 ans	Oui 1 an 1 séance hebdo	Notification MDPH
9	14,66	3 ^e	Dysgraphie	Trouble attentionnel	Terminé 3 ans	Non	
10	12,58	5 ^e	Dysgraphie		Terminé 4 ans	Non	Notification MDPH
11	11,25	6 ^e	Trouble attentionnel	Dyscalculie	En cours 7 ans	Oui 1 an 1 séance hebdo	

présence ou non d'une notification MDPH et/ ou d'un Plan d'Accompagnement Personnalisé (PAP) relatif à la mise en place d'un ordinateur comme moyen de compensation, les contextes d'utilisation de celui-ci et l'existence ou non d'un suivi ergothérapeutique ainsi que sa durée, la fréquence et le contenu des séances (apprentissage des logiciels d'aide à la transcription). Enfin ce questionnaire a permis de mesurer comment les logiciels d'aide avaient été acquis et financés.

Les réponses apportées montrent que, sur les onze participants présentant un TSApp-LE, un seul bénéficiait à la fois d'une notification MDPH et d'un PAP pour utiliser l'outil informatique dans le cadre scolaire, quatre bénéficiaient d'une notification MDPH et deux d'un PAP. En revanche, trois participants ont essuyé plusieurs refus de la

part de la MDPH et un n'a pas réalisé de demande en raison de la lourdeur administrative que cela représente. Les quatre participants bénéficiant d'une notification utilisaient un ordinateur prêté par la MDPH. Les sept autres participants utilisaient un ordinateur financé par leurs familles (quatre ont acheté un ordinateur portable et trois une tablette associée à un clavier).

Au niveau de la mise en place d'une aide à l'utilisation de l'ordinateur, huit participants ont bénéficié d'une prise en soin en ergothérapie, selon des durées variables allant d'une dizaine de séances à deux ans, et trois n'ont pas bénéficié de suivi en ergothérapie. À noter cependant que l'un d'entre eux a suivi une formation en ligne payante sous format vidéo pour apprendre à taper sur le clavier. Concernant l'utilisation des

logiciels spécifiques d'aide à l'écriture, les quatre participants qui ont une notification utilisent ceux présents sur l'ordinateur prêté par la MDPH, deux familles ont acheté des logiciels spécifiques d'aide à l'écriture, cinq utilisaient des logiciels gratuits en libre accès et une famille ne se souvient plus si elle a ou non acheté des logiciels.

Enfin, l'outil informatique était différemment utilisé par chaque participant puisque sept l'utilisaient très fréquemment dans le milieu scolaire, deux l'utilisaient pour seulement quelques matières prédéfinies, notamment parce que certains enseignants refusent l'ordinateur dans leur cours et deux n'utilisaient l'outil informatique que chez eux pour faire leurs devoirs à la maison pour cause de refus de l'établissement ou pour des raisons logistiques (lenteur de l'ordinateur, absence de connexion internet pour utiliser les logiciels ou absence de prise électrique à proximité).

Description de la tâche expérimentale

Dans cette étude, une tâche de narration écrite a été proposée aux participants. Le choix s'est porté sur cette tâche pour deux raisons. D'une part, dans le cadre scolaire les élèves sont amenés, dès le début du cycle 3 à produire régulièrement des narrations écrites (BOEN, 2020). La narration est donc une tâche écologique au regard de l'âge des participants TSApp-LE. D'autre part, Broc et al. (2013) ont montré que dans le cadre scolaire, les élèves qui présentent un trouble développemental du langage oral produisaient moins d'erreurs d'orthographe par mot dans une situation de narration que dans une situation de dictée qui leur impose d'écrire des mots en dehors de tout contexte pragmatique. Nous nous sommes donc appuyés sur ce résultat obtenu chez des élèves présentant un TDLO qui étaient également tous scolarisés en classes ordinaires comme les participants TSApp-LE de cette recherche.

Tous les participants ont produit deux narrations, une sur papier (condition manuscrite) et une sur un clavier d'ordinateur (condition tapuscrite). Ces tâches sont issues du test de la WIAT-II version francophone pour québécois (Test de rendement individuel, Wechsler, 2005). Deux thèmes ont été proposés : « *Lorsqu'il pleut, j'aime...* » et le second « *Mon jeu préféré est...* ». Pour les deux narrations (papier vs clavier) les participants ont eu la même consigne : « *Sur cette page, j'aimerais que tu écrives un paragraphe bien construit. La première phrase a été commencée pour toi : « Lorsqu'il*

pleut, j'aime... » (thème 1) vs « *Mon jeu préféré est...* » (thème 2). *Finis cette première phrase et ajoutes-en d'autres pour faire un paragraphe complet. Tu ne perdras pas de points si tu rayes et réécrits des parties de ton paragraphe. Il est important d'utiliser l'orthographe juste, les lettres majuscules et la ponctuation adéquate. Essaie d'écrire un paragraphe de 5 à 10 phrases de bonne qualité.* ».

Avant de commencer à écrire, les participants ont reçu cinq questions en lien avec chacun des thèmes (1 vs 2) pour les aider à planifier et à organiser leurs idées :

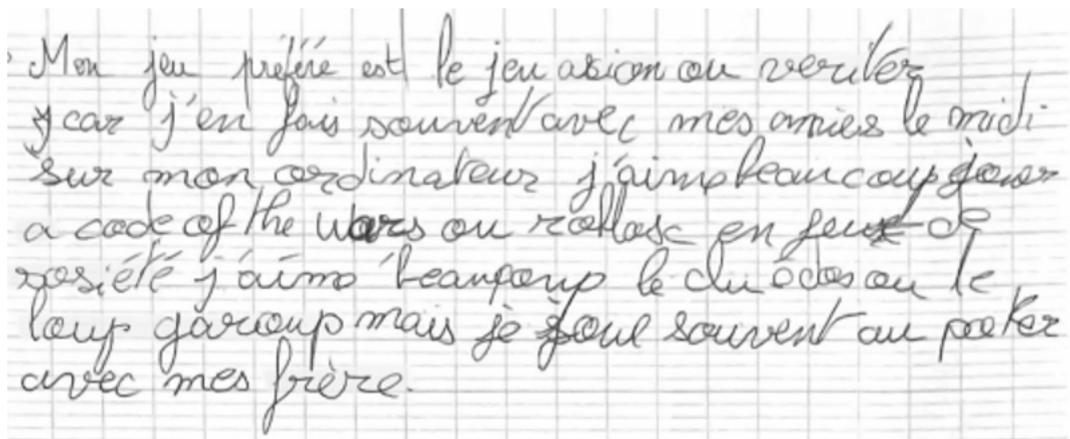
- Qu'est-ce que tu aimes faire ? vs Quel est ton jeu préféré ?
- Pourquoi est-ce que tu aimes faire ça ? vs Pourquoi ce jeu est-il ton préféré ?
- Tu aimes faire ça avec qui ? vs Tu aimes jouer à ce jeu avec qui ?
- Où est-ce que tu aimes faire ça ? vs Où est-ce que tu aimes jouer à ce jeu ?
- Quand est-ce que tu aimes faire ça ? vs Quand aimes-tu jouer à ce jeu ?

Les questions ont d'abord été lues par l'expérimentateur puis laissées à la disposition du participant afin qu'il puisse s'y référer à tout moment. Les exemples 1 et 2 ci-dessous illustrent les productions écrites des participants dans les deux modalités d'écriture, manuscrite et tapuscrite.

Procédure expérimentale

Les passations ont été réalisées au printemps 2023. Elles ont eu lieu en individuel, en cabinet libéral lors d'une séance d'orthophonie ou d'ergothérapie ou au domicile des participants. Le temps maximal accordé à chaque production était de vingt minutes.

En condition manuscrite, les participants utilisaient un de leurs stylos personnels et produisaient leur texte sur une feuille A4 simple à grands carreaux fournie par l'expérimentateur. En condition tapuscrite, les participants ont écrit sur leur ordinateur portable ou leur tablette personnelle avec le traitement de texte et les logiciels d'aide habituellement utilisés en contexte scolaire. Ainsi, la nature de l'outil informatique, du clavier et le type de document ont été contrôlés en vue de favoriser un contexte de passation écologique. Toute utilisation d'un logiciel d'aide



Transcription corrigée de la narration manuscrite : « Mon jeu préféré est le jeu action ou vérité car j'en fais souvent avec mes amies le midi. Sur mon ordinateur j'aime beaucoup jouer à Code of War ou Roblox. En jeu de société j'aime beaucoup le Cluedo ou le Loup-Garou mais je joue souvent au Poker avec mes frères. »

EXEMPLE 1 : Narration manuscrite de Camille – 13 ans 5 mois, scolarisée en 4ème.

Lorsqu'il pleut j'aime bien dessiner des robes pour les coudre j'aime aussi regarder des films ou faire des appels avec mes amies et faire du piano et apprendre de nouvelles musiques ou faire des jeux de société avec mes frères sinon j'aime bien rester dans ma chambre et dormir ou lire des mangas et des romans. Quand je joue du piano, je joue le plus souvent des musiques tristes ou calmes car la mélodie est plus facile, ou faire des dessins sur les couvertures de mes cahiers en écrivant les matières de différentes façons.

Transcription corrigée de la narration tapuscrite : « Lorsqu'il pleut j'aime bien dessiner des robes pour les coudre. J'aime aussi regarder des films ou faire des appels avec mes amies et faire du piano et apprendre de nouvelles musiques ou faire des jeux de société avec mes frères. Sinon j'aime bien rester dans ma chambre et dormir ou lire des mangas et des romans. Quand je joue du piano, je joue le plus souvent des musiques tristes ou calmes car la mélodie est plus facile, ou faire des dessins sur les couvertures de mes cahiers en écrivant les matières de différentes façons. »

EXEMPLE 2 : Narration tapuscrite de Camille, 13 ans 5 mois, scolarisée en 4ème.

pendant la production écrite a été consignée par l'examineur. Les productions écrites ont été réalisées dans un document open office avec une police « Arial » (11).

Codage des données

Dans un premier temps, nous avons mesuré la longueur des narrations écrites en comptant le nombre total de mots produits dans chaque narration. Ce codage a permis de comparer les productions manuscrites à l'étalonnage du test de la WIAT (Wechsler, 2005) afin de positionner les participants par rapport à la norme des enfants de leur âge. L'étalonnage de ce test permet de catégoriser les productions écrites en quartiles : le quartile 1 correspond aux 25% de la population qui produisent le moins de mots dans la tranche

d'âge considérée et le quartile 4 correspond aux 25% de la population qui produisent le plus de mots dans la tranche d'âge considérée.

Dans un second temps, nous avons mesuré la précision orthographique, c'est-à-dire le nombre de mots correctement orthographiés. Seuls les noms communs ont été codés (les noms propres tels que les prénoms par exemple pouvant avoir des orthographes différentes).

Enfin, nous avons relevé les erreurs d'orthographe produites à partir du codage POMAS-FR (Joye et al., 2022). Ce système de codage des erreurs d'orthographe, basé sur la *Triple Word Form Theory of spelling development* (Berninger & Abbott, 2010 ; Garcia et al., 2010 ; Richards et al., 2006), permet de catégoriser les erreurs

d'orthographe produites selon qu'elles sont phonologiques, lexicales ou morphologiques (tableau 2). Les erreurs phonologiques sont définies comme étant des erreurs qui s'entendent lorsque le mot est lu à haute voix. Les erreurs lexicales regroupent les erreurs pour lesquelles le participant n'a pas fait appel à ses connaissances orthographiques stockées en mémoire. Enfin, les erreurs morphologiques regroupent les

erreurs pour lesquelles le participant n'a pas fait appel à ses connaissances morphologiques stockées en mémoire (accords, homophones, dérivation). Une seule et même erreur n'a pu être codée qu'une unique fois. En revanche, plusieurs erreurs pouvaient être codées sur un même mot notamment lorsqu'il y avait des erreurs sur différentes parties de ce mot. Lorsque différentes classifications étaient possibles, les erreurs de

TABLEAU 2 : Exemples d'erreurs d'orthographe phonologiques, lexicales et morphologiques produites par les participants et codées selon le codage POMAS-FR (Joye et al., 2022).

Nature de l'erreur	Sous-catégorie de l'erreur	Exemple d'erreur	Erreur corrigée
Phonologique	Omission, ajout, substitution d'un ou plusieurs phonèmes	ame	aïme
		truce	truc
		aïne	aïme
	Accent, cédille	telephone	téléphone
		mere	mère
		commençait	commençait
	Segmentation erronée	que il	qu'il
Lexicale	Omission, ajout, substitution d'un ou plusieurs phonèmes	depu	depuis
		pensse	pense
		tenp	temps
	Accent, cédille, trait d'union	comançé	commencé
		pécher	pêcher
		grand parans	grands-parents
	Segmentation erronée	datendre	d'attendre
		jadore	j'adore
		récré ation	récréation
Morphologique	Accord en genre ou en nombre sur les noms, adjectifs, adverbes, pronoms ...	pied	pieds
		il	ils
		jeux	jeu
		ais	ai
		cumuler	cumulais
		jous	joue
	Homophones	se	ce
		a	à
		ou	où
	Partie dérivationnelle	lon	long
		méchamp	méchant
		cour	court

segmentation (parce qu'elles entraînent la création d'un néologisme) étaient considérées comme prioritaires par rapport aux erreurs phonologiques qui elles-mêmes primaient sur les autres types d'erreurs.

Utilisation des logiciels augmentatifs

Pour chaque participant TSApp-LE, nous avons relevé l'ensemble des mots pour lesquels il a eu recours à une aide orthographique puis le type d'aides utilisées pendant la passation (prédicteur de mot, correcteur automatique, correcteur orthographique) et leur fréquence d'utilisation. Un tableau a été construit pour recenser *in situ* les utilisations de l'outil informatique et des logiciels d'aides, ceci afin de recenser les modifications orthographiques réalisées grâce aux aides informatiques, que ce soient les prédicteurs ou les correcteurs orthographiques. Il a été spécifié si la modification permettait d'aboutir à l'orthographe juste. Ces informations permettent de définir à la fois la maîtrise que les enfants ont de leur outil informatique mais aussi la connaissance orthographique qu'ils ont des mots puisque les choix multiples proposés par les correcteurs orthographiques par exemple impliquent de connaître la bonne orthographe du mot concerné.

RÉSULTATS

Productions écrites

Le tableau 3 présente les statistiques descriptives des variables considérées dans chaque modalité de production.

L'unité d'analyse est le mot. Les traitements statistiques (des ANOVA) ont été réalisés sur les différentes variables dépendantes de l'expérience à l'aide du logiciel jamovi (The jamovi project, 2021 ; R Core Team, 2021). Les résultats ont été considérés comme significatifs au seuil $p < .05$. Les moyennes et les écarts-types sont présentés dans le tableau 3.

Longueur des narrations

La longueur des narrations est une variable contrôlée. D'une part, nous avons comparé le nombre de mots produits en condition manuscrite par rapport aux normes du test utilisé la WIAT-II (Wechsler, 2005) et d'autre part, nous avons comparé le nombre de mots produits en condition manuscrite et en condition tapuscrite. La première vérification avait pour objectif de mesurer comment les participants à la recherche se situaient par rapport aux normes du test utilisé. En effet, une trop grande variation par rapport aux normes du test aurait pu avoir un impact sur la qualité orthographique des productions. La seconde vérification avait pour objectif de mesurer si la modalité de production écrite impactait la longueur des narrations. En effet, une différence trop importante en nombre de mots produits entre les deux modalités aurait probablement eu un impact sur la qualité orthographique des productions.

En narration manuscrite, la répartition des participants TSApp-LE par rapport aux normes de la WIAT-II (Wechsler, 2005) est la suivante : 4 participants sont dans le quartile 1, 6 dans le quartile 2, et 1 dans le quartile 3. Globalement,

TABLEAU 3 : Moyennes, écarts-types et distributions des participants dans chaque modalité de production.

	Condition manuscrite		Condition tapuscrite	
	M (SD)	Distribution	M (SD)	Distribution
Longueur des narrations	66 (19,83)	47-115	77 (24,18)	37-122
Précision orthographique (Nombre de mots correctement orthographiés sur le nombre total de mots produits)	0,78 (0,11)	0,65-0,96	0,79 (0,11)	0,57-0,97
Erreurs d'orthographe (Nombre d'erreurs d'orthographe par mot)				
Phonologique	0,04 (0,03)	0,00-0,11	0,04 (0,04)	0,00-0,14
Lexicale	0,10 (0,09)	0,02-0,27	0,03 (0,04)	0,00-0,11
Morphologique	0,14 (0,08)	0,00-0,27	0,13 (0,08)	0,02-0,06

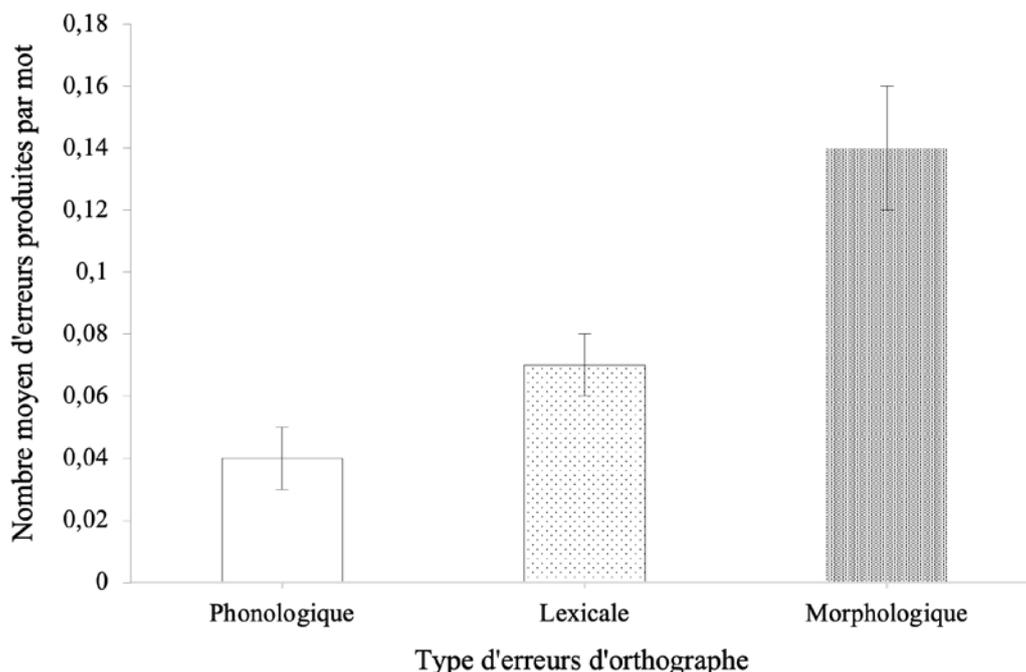


FIGURE 1 : Répartition du type d'erreurs d'orthographe par mot dans les narrations des participants présentant un TSApp-LE (selon le codage POMAS-FR, Joye et al., 2022).

dans la modalité manuscrite, la longueur des narrations des participants présentant un TSApp-LE se situe dans les normes basses de la WIAT-II (Wechsler, 2005).

La variable « nombre total de mots produits » a été traitée à l'aide d'une analyse de variance à un facteur, la modalité de production : papier vs clavier. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre de mots produits dans la modalité manuscrite et le nombre de mots produits dans la modalité tapuscrite chez les participants présentant un TSApp-LE ($F(1, 10) = 3,53$; $p = .09$; $\eta^2 = .06$). Les narrations des participants présentant un TSApp-LE ne sont pas plus longues lorsqu'ils écrivent avec un clavier que lorsqu'ils écrivent sur papier ($M = 72$; $SD = 22$).

Précision orthographique

La variable « nombre de mots correctement orthographiés sur le nombre total de mots produits » a été traitée à l'aide d'une analyse de variance à un facteur, la modalité de production : papier vs clavier. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre de mots correctement orthographiés par rapport au nombre total de mots écrits sur papier et le nombre de mots correctement orthographiés par rapport au nombre total de mots écrits sur clavier chez les participants présentant un

TSApp-LE ($F(1, 10) = 0,007$; $p = .94$; $\eta^2 = .00$). La précision orthographique dans les narrations des participants présentant un TSApp-LE n'est pas meilleure lorsqu'ils écrivent avec un clavier ($M = 0,78$; $SD = 0,11$).

Erreurs d'orthographe

La variable « nombre d'erreurs d'orthographe par mot » n'a pas été comparée aux normes du test utilisé, car le choix du système de codage dans cette recherche s'est porté sur le POMAS-FR (Joye et al., 2022) et pas sur celui proposé dans la WIAT-II (Wechsler, 2015) qui est différent.

La variable « nombre d'erreurs d'orthographe par mot » a été traitée à l'aide d'une analyse de variance à deux facteurs : modalité d'écriture (papier vs clavier) x type d'erreurs (phonologique vs lexicale vs morphologique).

L'effet de la modalité d'écriture n'est pas significatif ($F(1, 10) = 1,65$; $p = .23$; $\eta^2 = .03$) : les participants présentant un TSApp-LE ne produisent pas moins d'erreurs d'orthographe sur clavier que sur papier ($M = 0,08$; $SD = 0,08$). L'effet du type d'erreurs d'orthographe est significatif ($F(2, 20) = 18,24$, $p < .001$, $\eta^2 = .65$) (figure 1). Les comparaisons post-hoc mettent en avant une différence significative entre les erreurs morphologiques (flexionnelles et dérivationnelles) ($M = 0,13$; $SD = 0,08$) et les erreurs

lexicales ($M = 0,07$; $SD = 0,07$) ($F(1, 10) = 4,43$; $p_{\text{bonf}} = .004$), entre les erreurs morphologiques et les erreurs phonologiques ($M = 0,04$; $SD = 0,04$) ($F(1, 10) = 5,13$; $p_{\text{bonf}} = .001$) mais pas entre les erreurs lexicales et les erreurs phonologiques ($p = .28$). Les participants présentant un TSApp-LE produisent plus d'erreurs morphologiques par mot que d'erreurs lexicales et que d'erreurs phonologiques. Enfin, l'interaction modalité d'écriture x type d'erreurs d'orthographe n'est pas significative ($F(1, 10) = 2,84$; $p = .08$; $\eta^2 = .05$).

Utilisation des logiciels augmentatifs dans la modalité tapuscrite

Le tableau 4 répertorie les logiciels d'aide à l'écriture utilisés par chaque participant TSApp-LE ainsi que le nombre d'utilisation de chacune de ces aides pendant la production écrite au clavier.

Dans la narration tapuscrite, huit participants TSApp-LE ont utilisé les aides informatiques à leur disposition (cf. Annexe A pour le recensement des aides utilisées et leurs fréquences). Le prédicteur de mot, le correcteur orthographique et le correcteur automatique sont les trois types d'aide relevés. Le prédicteur de mot émet des propositions de mots en fonction des premières lettres saisies au clavier (logiciels Dys-Vocal [<https://www.dyslogiciel.fr>], Pages, Microsoft OneNote et Notes). Le correcteur

orthographique souligne les mots non reconnus par le dictionnaire et/ou mal orthographiés selon le contexte syntaxique, et propose des corrections adaptées (Microsoft Word, LibreOffice, Open Office et Notes). Enfin, le correcteur automatique inscrit directement une suggestion orthographique lorsque la barre « espace » est saisie (Microsoft OneNote).

Globalement, la fréquence d'utilisation des aides est hétérogène selon les participants, pouvant aller de zéro à vingt-sept utilisations pour une narration. On constate que la principale aide utilisée a été le correcteur orthographique puisque six participants s'en sont servi pendant les passations. Par ailleurs, quatre participants ont utilisé le prédicteur de mots. Deux enfants ont utilisé ces deux aides à la fois. Un participant s'est corrigé à l'aide du correcteur automatique. D'un point de vue qualitatif, les corrections apportées ont davantage concerné les erreurs lexicales que les erreurs phonologiques et morphologiques.

Enfin, il faut noter qu'un seul participant a utilisé deux logiciels différents (Dys-Vocal et Microsoft Word) pour sa narration. Effectivement, pour ce participant la fonctionnalité de correcteur orthographique a été désactivée par l'ergothérapeute dans le logiciel Dys-Vocal pour

TABLEAU 4 : Nombre d'utilisation d'aides à disposition des participants TSApp-LE pendant la production écrite sur clavier.

Participant	Âge	Classe	Logiciels utilisés	Aides utilisées	Nombre d'utilisations de chaque aide pendant la production
1	14,33	3 ^e	Dys-Vocal Microsoft Word	Prédicteur de mots Correcteur orthographique	5 27
2	13,91	4 ^e	Microsoft Word	Correcteur orthographique	5
3	13,66	4 ^e	Pages	Prédicteur de mots	12
4	14,33	3 ^e	Microsoft One-Note	Prédicteur de mots Correcteur orthographique	3
5	13,42	4 ^e	Open Office	Correcteur orthographique	7
6	10,25	CM2	Notes	Prédicteur de mots Correcteur orthographique	19 1
7	11,08	6 ^e	Aucun	Aucun	Aucun
8	14,16	3 ^e	LibreOffice	Correcteur orthographique	1
9	14,66	3 ^e	LibreOffice	Correcteur orthographique	3
10	12,58	5 ^e	Aucun	Aucun	Aucun
11	11,25	6 ^e	Aucun	Aucun	Aucun

faciliter le processus rédactionnel sans perturbation liée au soulignage automatique du correcteur. Le correcteur orthographique de Microsoft Word a été utilisé lors de la phase finale de relecture pour corriger les erreurs orthographiques repérées par le logiciel.

DISCUSSION

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer si l'utilisation de l'outil informatique constitue une aide pour les enfants et adolescents qui présentent un trouble spécifique de l'apprentissage du langage écrit. Pour ce faire, les performances orthographiques sur papier et sur clavier d'élèves présentant un TSApp-LE ont été mesurées. Deux hypothèses ont été posées pour répondre à cet objectif.

La première hypothèse portait sur le déficit phonologique récurrent chez les enfants présentant un TSApp-LE. Nous pensions que ce déficit phonologique altérerait l'efficacité de l'ordinateur comme moyen de compensation, notamment la qualité orthographique. D'après nos résultats, la modalité d'écriture n'influence ni la précision orthographique, ni le type d'erreurs orthographiques produites par mot. Ainsi, que ce soit en écriture manuscrite ou tapuscrite, l'échantillon de la présente étude produit significativement plus d'erreurs morphologiques que d'erreurs phonologiques ou lexicales. Ce résultat est cohérent avec la chronologie d'apprentissage et d'acquisition des différentes orthographes, dont l'orthographe morphologique qui est la plus tardivement maîtrisée au cours de l'apprentissage. Par exemple, Joye et al. (2022) ont montré qu'au fil des ans, les enfants typiques scolarisés en école élémentaire produisaient moins d'erreurs phonologiques et lexicales, alors que le nombre d'erreurs morphologiques augmente. Mazur-Palandre (2018) a montré également, dans une étude menée auprès d'étudiants TSApp-LE, que cette plus grande proportion d'erreurs morphologiques par rapport aux erreurs lexicales persiste dans le temps. Ainsi, le déficit phonologique que présentent les enfants qui ont un diagnostic de TSApp-LE n'impacte pas l'utilisation de l'ordinateur comme moyen de compensation de leur trouble orthographique : la première hypothèse est invalidée. Les résultats obtenus pour les erreurs morphologiques soulèvent un nouveau questionnement sur la pertinence de l'utilisation de l'outil informatique dans le cadre de ces erreurs.

La seconde hypothèse concernait l'impact de la maîtrise de l'outil informatique grâce à la mise en place d'un suivi en ergothérapie, à savoir que plus les outils de compensation sont maîtrisés, grâce à une prise en soin régulière et complète en ergothérapie, plus les élèves sont autonomes et leur niveau concernant les aspects formels du langage se rapproche de celui des enfants typiques. Contrairement à ce qui est préconisé, tous les enfants qui ont participé à notre étude n'ont pas bénéficié d'un suivi en ergothérapie pour apprendre à écrire sur un clavier d'ordinateur et à utiliser des logiciels de traitement de texte. L'absence de suivi constatée pourrait s'expliquer par le coût financier que représente une prise en soin en ergothérapie, puisqu'elle n'est pas remboursée par la sécurité sociale, ni prise en charge par la MDPH. L'impact financier peut être, par ailleurs, majoré pour les familles qui ont investi personnellement dans l'outil. Comme nous l'avons évoqué, des demandes de notification sont refusées (demande de compensation jugée non adaptée à la situation de l'enfant ou indisponibilité du matériel informatique sur le terrain). La lourdeur administrative des dossiers MDPH décourage également certaines familles. À l'inverse, l'achat des logiciels de traitement de texte peut être considéré comme marginal puisqu'il existe des alternatives gratuites comprenant les fonctionnalités recherchées (prédicteurs et correcteurs notamment). En conséquence, l'ensemble des freins financiers peut empêcher certains enfants d'accéder à l'apprentissage explicite de l'écriture sur clavier et du fonctionnement de l'outil informatique via une prise en soin adaptée avec un ergothérapeute. La plupart des participants (8 sur 11) de cette étude ont pu bénéficier d'un suivi en ergothérapie dont la durée ou la fréquence des séances s'avèrent très variables. Là encore, il est probable que le coût financier entre en jeu. Il est possible aussi que les multiples prises en soin réduisent la disponibilité des familles et augmentent les sollicitations adressées aux enfants. La fréquence d'utilisation dans le quotidien est aussi un critère à prendre en compte : plus l'enfant utilise son ordinateur (en classe comme à la maison), plus il s'entraîne à taper sur son clavier et à utiliser les logiciels, plus il automatise les différents fonctionnements procéduraux. Or cette utilisation courante n'est pas toujours possible (y compris en présence de notification MDPH) car les parents ont rapporté le désengagement de certains enseignants dans le partenariat (refus de l'utilisation de l'ordinateur

dans leur classe, pas de transmission des supports de cours sous un format numérique) ou de mauvaises conditions logistiques (absence d'une connexion internet par exemple).

L'observation des participants interroge sur le nombre de logiciels à proposer aux patients. Apprendre à utiliser un unique logiciel permet d'en approfondir sa connaissance et donc sa maîtrise. La plupart des participants n'utilisaient qu'une seule aide informatique (prédicteur de mots / correcteur automatique / correcteur orthographique) au sein du logiciel et pour ceux qui exploitaient deux aides différentes, une aide était majoritairement utilisée. Les aides manuelles étaient utilisées à bon escient et permettaient une réflexion posée. Inversement, les aides automatiques (prédicteur) étaient plus complexes à maîtriser pour les utilisateurs, car les modifications automatiques nécessitent la mobilisation de nombreuses ressources attentionnelles pour prendre conscience de l'activation de cette aide, alors que le regard du rédacteur peut être dirigé vers le clavier et pour vérifier que la modification effectuée correspond bien à l'orthographe cible.

Enfin, la faible différence de qualité orthographique entre les narrations manuscrites et tapuscrites pourrait aussi s'expliquer par la prise en soin orthophonique qui serait à elle seule suffisamment bénéfique afin d'améliorer significativement les performances orthographiques qui se rapprochent de celles des enfants typiques. La prise en soin en ergothérapie aurait quant à elle permis aux enfants d'acquérir une maîtrise suffisante de l'outil informatique pour rédiger des productions manuscrites et tapuscrites de qualité orthographique équivalente.

L'analyse qualitative du nombre d'erreurs d'orthographe par mot selon les deux modalités d'écriture met en évidence des résultats intéressants. Un premier sous-groupe de six participants a produit moins d'erreurs d'orthographe dans la modalité tapuscrite que manuscrite. Il est intéressant de souligner que l'ensemble de ces participants ont bénéficié d'un suivi en ergothérapie long et régulier (en moyenne une séance hebdomadaire sur au moins un an). Un deuxième sous-groupe de deux participants a produit autant d'erreurs d'orthographe dans les deux modalités d'écriture. Ces deux participants ont des profils hétérogènes en termes de suivi en ergothérapie (aucun suivi vs 25 séances) mais on peut tout de même noter que le suivi n'excède

pas vingt-cinq séances, ce qui est court comparé aux participants du premier sous-groupe. Enfin, un troisième sous-groupe de trois participants a produit plus d'erreurs d'orthographe dans la modalité tapuscrite que manuscrite. Pour deux participants de ce dernier sous-groupe, le suivi en ergothérapie n'excède pas une dizaine de séances, ce qui peut expliquer leurs faibles performances orthographiques dans la modalité tapuscrite. En revanche le troisième participant de ce dernier sous-groupe a bénéficié d'un long et intense suivi en ergothérapie à raison d'une séance par semaine durant deux ans. Dans ce cas, nous faisons l'hypothèse que la deuxième comorbidité de ce participant, un TDA/H, pourrait expliquer ses faibles performances orthographiques dans la modalité tapuscrite. Il est en effet possible que ses ressources attentionnelles n'aient pas été disponibles en quantité suffisante au moment de la passation par rapport à la sollicitation que la tâche de narration représente.

Cette influence du TDA/H serait également cohérente avec les résultats révélés par le recensement du nombre d'utilisations des aides informatiques : les trois participants qui n'ont pas utilisé ces aides informatiques présentent eux aussi cette comorbidité. Cette analyse tend donc à montrer qu'un suivi long et régulier en ergothérapie permet d'acquérir une maîtrise suffisante de l'ordinateur pour améliorer les productions orthographiques dans les productions écrites, à condition qu'il n'y ait pas un TDA/H comme comorbidité. Cette analyse rejoint les conclusions de Lemeunier (2022) qui souligne que la présence d'un TDA/H serait une des contre-indications à la manipulation de l'outil informatique. L'auteur précise par ailleurs que dans le cadre d'un TDA/H un accompagnement spécifique est requis pour que l'utilisation de l'ordinateur puisse apporter des bénéfices.

De surcroît, l'observation des participants a révélé que la maîtrise de l'outil informatique était aussi liée à la motivation du patient dans les activités écrites. De fait, certains enfants peu enclins à se saisir d'un crayon étaient tout aussi peu motivés pour écrire au clavier. Or, la motivation face à l'écrit influence directement la manière que chacun a de se saisir d'une nouvelle connaissance ou d'un nouvel outil. Ainsi, si l'enfant manque de motivation, la longueur et l'intensité du suivi en ergothérapie ne permettront pas d'aboutir au même niveau de maîtrise de l'outil que celui d'un enfant fortement motivé.

Un suivi en ergothérapie peut donc permettre d'obtenir une maîtrise technique suffisante de l'outil informatique pour permettre une amélioration de l'orthographe chez les élèves présentant un TSApp-LE, mais celui-ci n'est pas suffisant lorsqu'une comorbidité entrave l'utilisation de l'outil informatique ou que la motivation n'est pas suffisante pour s'en saisir.

PERSPECTIVES EN ORTHOPHONIE

À la lumière de ces éléments, l'intérêt de l'outil informatique doit être questionné individuellement selon la situation de l'enfant et les caractéristiques de son profil ; l'objectif étant de favoriser son autonomie dans l'utilisation du langage écrit afin qu'il puisse poursuivre ses apprentissages le plus sereinement possible.

Une attention particulière doit porter sur les types d'aides informatiques que comprennent les logiciels de traitement de texte afin de ne pas générer un sur-handicap. De même, certains prédicteurs de mots valident des propositions par une pression sur la barre espace alors que le mot initialement écrit était bien celui souhaité. Cela oblige l'enfant, déjà très sollicité cognitivement par le passage à l'écrit, à être d'autant plus vigilant lors de ses productions, ce qui ajoute de la difficulté dans la tâche rédactionnelle. Un participant de l'étude a également pu bénéficier d'une synthèse vocale qui a relu le texte, réduisant ainsi les ressources cognitives normalement allouées à la tâche de lecture. Cependant cette synthèse (dans le logiciel Dys-Vocal) s'est avérée relativement contraignante pour lui puisque toute correction devait être apportée à la fin de la relecture, sans quoi la modification impliquait la suppression des mots lus sur l'instant. De bonnes compétences mnésiques sont donc nécessaires pour mémoriser toutes les erreurs produites et ensuite les rechercher puis les corriger. Si les erreurs ne sont pas mémorisées, la phrase peut être relue autant de fois que nécessaire mais cela fait perdre du temps au rédacteur. De ce fait, certaines aides induisent un déplacement des difficultés sur d'autres compétences qui ne sont pas toujours fonctionnelles chez certains patients.

Par ailleurs, la lourdeur administrative pour demander une reconnaissance de l'outil informatique comme outil de compensation des difficultés en langage écrit ainsi que le coût financier que représente un suivi en ergothérapie sont des limites importantes dans son utilisation.

Pour essayer de minimiser ces impacts, proposer une période d'essai semblerait pertinent afin que l'enfant puisse commencer à s'approprier l'ordinateur aussi précocement que nécessaire avant de solliciter la MDPH. Cette période d'essai permettrait par la même occasion de souligner, par des exemples concrets, l'intérêt de l'outil informatique pour l'enfant ou au contraire le manque de bénéfices sans attendre l'aboutissement des démarches administratives. La passation du PIAPÉDE (Crunelle, 2010) peut également renforcer l'argumentation en faveur de l'utilisation de l'ordinateur comme moyen de compensation. Mais cette période d'essai impliquerait la mise à disposition d'un outil informatique dans la classe. Pour autant, des initiatives locales sont mises en place pour instaurer cette période d'essai. Des écoles sont équipées d'ordinateurs mis à disposition d'enfants dès le CM1 ou le CM2. La démarche soulage les parents qui n'ont pas besoin de financer eux-mêmes cet ordinateur avant d'effectuer la demande de notification MDPH. De même, pour pallier les difficultés d'accès à un suivi en ergothérapie, des initiatives associatives sont mises en place. L'association Réseau Dys 86 par exemple, propose depuis 2012 des « Ateliers informatiques pour aider à maîtriser l'outil informatique » (<https://reseaudys86.fr/les-ateliers-informatiques-pour-aider-a-maitriser-loutil-informatique/>) notamment grâce à l'aide d'un ergothérapeute. Ces ateliers sont gratuits pour les participants et bénéficient de soutiens divers comme les centres socioculturels, les communes ou la caisse d'allocations familiales pour avoir lieu et se développer. Les ateliers sont maintenant proposés dans plusieurs communes, ce qui permet aux participants de s'inscrire à des ateliers plus proches de chez eux.

En conclusion, le choix de l'utilisation de l'outil informatique comme moyen de compensation des difficultés en langage écrit doit être le fruit d'une réflexion commune entre l'enfant, les parents, l'école, l'ergothérapeute (s'il y en a un) et l'orthophoniste. L'enfant doit exprimer son consentement et son envie quant à l'apprentissage du fonctionnement de l'ordinateur et doit accepter le regard des autres en classe. Il doit également avoir conscience que l'ordinateur constitue une aide mais qu'il ne permet pas de tout résoudre. Les parents doivent pouvoir accompagner l'enfant dans son apprentissage de la maîtrise de l'outil et doivent avoir une connaissance informatique suffisante pour le soutenir en cas de difficulté

d'utilisation. L'école joue un rôle central, c'est elle qui sera témoin de l'efficacité de l'outil dans le quotidien scolaire. Pour cela, il est nécessaire que les enseignants coopèrent et adaptent les supports pédagogiques à l'utilisation de l'outil informatique. Une bonne connaissance des comorbidités que présente l'enfant est tout autant nécessaire pour tous les partenaires afin de pallier les interférences qu'elles peuvent engendrer.

L'orthophoniste, par son expertise clinique et ses connaissances des difficultés de l'enfant, pourra travailler étroitement avec l'ergothérapeute dans le choix du logiciel à utiliser ainsi que dans le choix des options d'aides à conserver ou à désactiver si elles n'apportent pas de gain. À travers l'étude menée, il a été constaté qu'une diversité de logiciels de traitement de texte et d'aides existe avec presque autant de configurations que de participants. Les logiciels doivent donc être connus de la part des professionnels pour ajuster au mieux les réglages. Aussi, se former à la connaissance et à la manipulation de l'outil informatique et de ses aides a tout son sens. Pour cela, des sites spécifiques de matériel orthophonique publient des ouvrages grandement documentés comme celui de Lemeunier (2022) qui retrace les démarches administratives à effectuer pour bénéficier d'un ordinateur au sein d'un établissement scolaire, y compris pour les examens puisque, effectivement, l'utilisation de l'ordinateur dans le quotidien scolaire ne suffit pas à en bénéficier le jour des épreuves du brevet ou du bac. Des démarches administratives supplémentaires doivent être réalisées. L'auteur y détaille également tout ce qu'il est possible d'adapter sur l'ordinateur ainsi que les différents logiciels et les différentes aides existantes dont elle décrit très précisément le fonctionnement.

DECLARATION D'INTÉRÊTS

Les autrices ont déclaré n'avoir aucun lien d'intérêt en relation avec cet article.

REMERCIEMENTS

Les autrices remercient l'ensemble des enfants et adolescents qui ont participé à cette recherche ainsi que leurs familles qui ont donné leur accord. Les auteurs remercient également Rébecca Garnier, Camille Davodeau et Camille Chevalier pour la collecte de données pendant leurs stages.

RÉFÉRENCES

- Alves, R. A., Limpo, T., Fidalgo, R., Carvalhais, L., Pereira, L. Á., & Castro, S. L. (2016). The impact of promoting transcription on early text production: Effects on bursts and pauses, levels of written language, and writing performance. *Journal of Educational Psychology, 108*(5), 665-679. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000089>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders DSM-5* (5e éd.). <https://psycnet.apa.org/doi/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Bacqué, V. (2015). L'usage de l'informatique par les élèves dyslexiques : un outil de compensation à l'épreuve de l'inclusion scolaire. *Terminal, Technologie de l'information, culture & société, 116*, 1-13. <https://doi.org/10.4000/terminal.661>
- Bahr, R. H., Silliman, E. R., Berninger, V. W., & Dow, M. (2012). Linguistic pattern analysis of misspellings of typically developing writers in grades 1 to 9. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 55*(6), 1587-1599. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/10-0335\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/10-0335))
- Bangert-Drowns, R. L. (1993). The word processor as an instructional tool: A meta-analysis of word processing in writing instruction. *Review of Educational Research, 63*(1), 69-93. <https://doi.org/10.3102/00346543063001069>
- Barry, A. (2018). *Manières d'enseigner et manières d'apprendre : une étude des phénomènes de sensibilité au contrat didactique chez des étudiants de Licence 3. Une contribution à la pédagogie universitaire dans les Sciences Humaines et Sociales*. [Thèse de doctorat en Sciences de l'Éducation, Université de Bordeaux]. <https://theses.hal.science/tel-01994473>
- Bélanger, C. (2020). *Facilitateurs et obstacles de l'utilisation d'un prédicteur orthographique par des élèves dyslexiques-dysorthographiques du primaire en production écrite*. [Mémoire en Sciences de l'Éducation, Gatineau, Université du Québec en Outaouais, Département des sciences de l'éducation]. <https://di.uqo.ca/id/eprint/1170>
- 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, 3*(43), 19-26. <https://shs.cairn.info/revue-la-nouvelle-revue-de-l-adaptation-et-de-la-scolarisation-2008-3-page-19?lang=fr>
- Benson-Goldberg, S. (2014). Spelling of derivationally complex words: The role of phonological, orthographic, and morphological features. *USF Tampa Graduate Theses and Dissertations*. <https://digitalcommons.usf.edu/etd/5182>
- Berninger, V. W., & Abbott, R. D. (2010). Listening comprehension, oral expression, reading comprehension, and written expression: Related yet unique language systems in grades 1, 3, 5, and 7. *Journal of Educational Psychology, 102*(3), 635-651. <https://doi.org/10.1037/a0019319>
- Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale (BOEN) n° 31 du 30 juillet 2020. *Programmes d'enseignement pour le primaire et le secondaire*. Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse. <https://www.education.gouv.fr/au-bo-du-30-juillet-2020-programmes-d-enseignement-pour-le-primaire-et-le-secondaire-305398>
- Broc, L., Bernicot, J., Olive, T., Favart, M., Reilly, J., Quémart, P., & Uzé, J. (2013). Lexical spelling in children and adolescents with specific language impairment: Variations with the writing situation. *Research in Developmental Disabilities, 34*(10), 3253-3266. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.06.025>

- Casalis, S., Leloup, G., & Bois Parriaud, F. (2019). *Prise en charge des troubles du langage écrit chez l'enfant*. Elsevier Masson.
- Connelly, V., Gee, D., & Walsh, E. (2007). A comparison of keyboarded and handwritten compositions and the relationship with transcription speed. *British Journal of Educational Psychology*, 77(2), 479–492. <https://doi.org/10.1348/000709906X116768>
- Crunelle, D. (2010). Protocole d'Identification de l'Aménagement Pédagogique pour un Élève en Difficulté à l'Écrit (PIAPEDE) : un partenariat orthophonistes – enseignants. *Langage & Pratiques*, Suisse.
- Déclaration d'Helsinki de l'AMM (1964). *Principes éthiques applicables à la recherche médicale impliquant des êtres humains*. Association Médicale Mondiale. <https://www.wma.net/fr/policies-post/declaration-dhelsinki-de-lamm-principes-ethiques-applicables-a-la-recherche-medicale-impliquant-des-etres-humains/>
- Despres, G. (2010). Les aides techniques au collège auprès d'adolescents avec des troubles des apprentissages. *Developpements*, 6(3), 43–52. <https://shs.cairn.info/revue-developpements-2010-3-page-43?lang=fr>
- Garcia, N. P., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2010). Predicting poor, average, and superior spellers in grades 1 to 6 from phonological, orthographic, and morphological, spelling, or reading composites. *Written Language & Literacy*, 13(1), 61–98. <https://doi.org/10.1075/wll.13.1.03gar>
- Goldberg, A., Russell, M., & Cook, A. (2003). The effect of computers on student writing: A meta-analysis of studies from 1992 to 2002. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 2(1). <https://ejournals.bc.edu/index.php/jtla/article/view/1661>
- Graham, S., McKeown, D., Kihara, S., & Harris, K. R. (2012). A meta-analysis of writing instruction for students in the elementary grades. *Journal of Educational Psychology*, 104(4), 879–896. <https://doi.org/10.1037/a0029185>
- Graham, S., & Perin, D. (2007). A meta-analysis of writing instruction for adolescent students. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 445–476. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.445>
- Guillermin, A.-L., & Leveque-Dupin, S. (2012). Comment l'ordinateur peut-il devenir un outil de compensation efficace de la dysgraphie pour la scolarité ? *Developpements*, 3(12), 25–31. <https://shs.cairn.info/revue-developpements-2012-3-page-25?lang=fr>
- Hanner, C., Bosse, M.-L., Brissaud, C., & Bressoux, P. (2021). L'acquisition de l'orthographe à l'école élémentaire et au collège, en France : erreurs persistantes, facteurs déterminants et relations entre connaissances lexicales et grammaticales. *A.N.A.E.*, 170, 70–76. <https://hal.science/hal-03298649>
- Horne, J., Ferrier, J., Singleton, C., & Read, C. (2011). Computerised assessment of handwriting and typing speed. *Educational and Child Psychology*, 28(2), 52–66. <https://doi.org/10.53841/bpsecp.2011.28.2.52>
- INSERM (2017, 2019). *Troubles spécifiques des apprentissages : les « dys », des troubles durables mais qui se prennent en charge*. <https://www.inserm.fr/dossier/troubles-specifiques-apprentissages/>
- Johansson, R., Wengelin, Å., Johansson, V., & Holmqvist, K. (2010). Looking at the keyboard or the monitor: Relationship with text production processes. *Reading and Writing*, 23(7), 835–851. <https://doi.org/10.1007/s11145-009-9189-3>
- Journal Officiel de la République Française (JORF) n°36 du 12 février 2005. *Loi n° 2005-102 du 11 février 2005, pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées*. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000809647>
- Joye, N., Broc, L., Marshall, C. R., & Dockrell, J. E. (2022). Spelling errors in french elementary school students: A linguistic analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 65(9), 3456–3470. https://doi.org/10.1044/2022_JSLHR-21-00507
- Kellogg, R. T., & Mueller, S. (1993). Performance amplification and process restructuring in computer-based writing. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39(1), 33–49. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1006/imms.1993.1052>
- Lemeunier Valérie. (2022). *Compensation informatique : le rôle de l'orthophoniste*. Ortho Édition.
- Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M.-T., & Velay, J.-L. (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychologica*, 119(1), 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2004.10.019>
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11881-003-0001-9>
- Mazur-Palandre, A. (2018). La dyslexie à l'âge adulte : la persistance des difficultés orthographiques. *SHS Web of Conferences*, 46, 10003. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184610003>
- Mazur-Palandre, A., & Chenu, F. (2020). Le processus de révision en production écrite de textes par des étudiants francophones dyslexiques. *SHS Web of Conferences*, 78, 10002. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207810002>
- Mayer, C., Wallner, S., Budde-Spengler, N., Braunert, S., Arndt, P. A., & Kiefer, M. (2020). Literacy training of kindergarten children with pencil, keyboard or tablet stylus: The influence of the writing tool on reading and writing performance at the letter and word level. *Frontiers in Psychology*, 10, 3054. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03054>
- Medimorec, S., & Risko, E. F. (2016). Effects of disfluency in writing. *British Journal of Psychology*, 107(4), 625–650. <https://doi.org/10.1111/bjop.12177>
- Medimorec, S., Young, T. P., & Risko, E. F. (2017). Disfluency effects on lexical selection. *Cognition*, 158, 28–32. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.10.008>
- Morphy, P., & Graham, S. (2012). Word processing programs and weaker writers/readers: A meta-analysis of research findings. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 25(3), 641–678. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s11145-010-9292-5>
- Peverly, S. T., & Sumowski, J. F. (2012). What variables predict quality of text notes and are text notes related to performance on different types of tests? *Applied Cognitive Psychology*, 26(1), 104–117. <https://doi.org/10.1002/acp.1802>
- Puranik, C. S., & Lonigan, C. J. (2011). From scribbles to scabble: Preschool children's developing knowledge of written language. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 24(5), 567–589. <https://doi.org/10.1007/s11145-009-9220-8>
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. (Version 4.0) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2021-04-01).

- Richards, T., Aylward, E., Field, K., Grimme, A., Raskind, W., Richards, A., Nagy, W., Eckert, M., Leonard, C., Abbott, R., & Berninger, V. (2006). Converging evidence for triple word form theory in children with dyslexia. *Developmental neuropsychology*, 30(1), 547-589. https://doi.org/10.1207/s15326942dn3001_3
- Roche, M. (2015). *Les étudiants, le numérique et la réussite universitaire*. [Mémoire en Master 2 Sciences de l'Éducation, Université de Nantes]. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01347809>
- Rønneberg, V., Johansson, C., Mossige, M., Torrance, M., & Uppstad, P. H. (2018). Why bother with writers? Towards "good enough" technologies for supporting individuals with dyslexia. Dans B. Miller, P. Mccardle, et V. Connelly (dir.), *Writing development in struggling learners: Understanding the needs of writers across the lifecourse* (p. 120-140). Brill
- Share, D. L. (2004). Orthographic learning at a glance: On the time course and developmental onset of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(4), 267-298. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.01.001>
- The jamovi project (2021). jamovi. (Version 2.2) [Logiciel]. <https://www.jamovi.org>
- Treiman, R., & Bourassa, D. C. (2000). The development of spelling skill. *Topics in Language Disorders*, 20(3), 1-18. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1097/00011363-200020030-00004>
- Vaivre-Douret, L., & Lopez, C. (2021). Organisation développementale du geste graphomoteur chez l'enfant scolarisé en primaire : caractéristiques gestuelles et spatio-temporelles / cinématiques. *A.N.A.E.*, 170, 1933.
- Van Weerdenburg, M., Tesselhof, M., & van der Meijden, H. (2019). Touch-typing for better spelling and narrative-writing skills on the computer. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(1), 143-152. <https://doi.org/10.1111/jcal.12323>
- Wechsler, D. (2005). *WIAT-II CDN-F. Test de rendement individuel de Wechsler (2e éd.)*, version pour francophones. Pearson
- Wollscheid, S., Sjaastad, J., Tømte, C., & Løver, N. (2016). The effect of pen and paper or tablet computer on early writing - A pilot study. *Computers and Education*, 98, 70-80. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.008>
- Yamaguchi, M., & Logan, G. D. (2014). Pushing typists back on the learning curve: Revealing chunking in skilled typewriting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(2), 592-612. <https://doi.org/10.1037/a0033809>
- Zhao, J., Malatesha Joshi, R., Quentin Dixon, L., & Chen, S. (2017). Contribution of phonological, morphological and orthographic awareness to English word spelling: A comparison of EL1 and EFL models. *Contemporary Educational Psychology*, 49, 185-194. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.01.007>