



TYPES DE PRISES DE CRAYON UTILISÉES PAR LES ÉLÈVES DE 2^E ET 4^E ANNÉE ET LEUR RELATION SUR LA VITESSE ET LA LISIBILITÉ DE L'ÉCRITURE MANUELLE

Véronique Rochon¹, Mélissa Coallier², Mélissa Parent³, Justine D'Amour⁴, Pascale René⁵, Cassandra Benoit⁶, Camille Gauthier-Boudreault⁷

¹ Ergothérapeute, M.erg., MSc, Faculté de médecine et sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Québec, Canada

² Ergothérapeute, M.erg., MSc, Chargée de formation pratique à l'École de réadaptation, Université de Sherbrooke, Québec, Canada

³ Ergothérapeute, M.erg., Faculté de médecine et sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Québec, Canada

⁴ Ergothérapeute, M.erg., Faculté de médecine et sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Québec, Canada

⁵ Ergothérapeute, M.erg., Faculté de médecine et sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Québec, Canada

⁶ Ergothérapeute, M.erg., Faculté de médecine et sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Québec, Canada

⁷ Ergothérapeute, M.erg., PhD, Faculté de médecine et sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Québec, Canada

Adresse de contact : veronique.rochon@usherbrooke.ca

Reçu le 21.06.2020 – Accepté le 31.03.2021

La **Revue Francophone de Recherche en Ergothérapie** est publiée par CARAFE, la Communauté pour l'Avancement de la Recherche Appliquée Francophone en Ergothérapie

doi:10.13096/rfre.v7n1.177

ISSN: 2297-0533. URL: <https://www.rfre.org/>



RÉSUMÉ

Introduction. L'écriture manuelle est une tâche fonctionnelle essentielle au rendement occupationnel, enseignée très tôt dans le cursus scolaire. Lorsque des difficultés graphomotrices sont constatées, les enseignants et ergothérapeutes interviennent souvent dans le but de modifier la prise du crayon des élèves en privilégiant l'adoption d'une prise tripode dynamique. Toutefois, dans la littérature scientifique, cette prise n'est pas la seule à être répertoriée et considérée comme fonctionnelle.

Objectifs. Cette étude vise à documenter les différents types de prise du crayon chez des élèves de 2^e et 4^e année du primaire, ainsi qu'à examiner la relation entre ces différentes prises et la vitesse et la lisibilité de l'écriture manuelle.

Méthode. 57 élèves (2^e année : n = 22 ; 4^e année : n = 35) ont été filmés, lors d'une série de tâches de production écrite, de manière à identifier les différentes prises adoptées par les élèves. La vitesse et la lisibilité de l'écriture manuelle ont été évaluées par l'entremise d'une tâche de copie de phrases de près.

Résultats. Les élèves utilisent différentes prises du crayon. Aucune relation significative n'a été identifiée entre ces prises et la vitesse et la lisibilité de l'écriture manuelle. La prise quadripode dynamique est la plus utilisée par les élèves de 2^e année et de 4^e année du primaire.

Conclusion. La prise tripode dynamique n'est pas la seule prise fonctionnelle adoptée par les élèves. Les prises quadripode dynamique, tripode latérale et quadripode latérale sont toutes aussi fonctionnelles. Lors de l'enseignement de l'écriture, cette diversité quant à la prise du crayon devrait être prise en compte.

MOTS-CLÉS

Écriture manuelle, Enfants d'âge scolaire, Ergothérapie, Évaluation, Graphomotricité, Lisibilité, Prise du crayon, Vitesse

GRASP PATTERNS OF GRADE 2 AND GRADE 4 PUPILS AND THE EFFECT OF PENCIL GRASP ON SPEED AND LEGIBILITY IN HANDWRITING

ABSTRACT

Background. Handwriting is a functional skill essential for occupational performance that is taught early on to pupils. When a pupil has some difficulties with handwriting, teachers and occupational therapists tend to focus on changing his pencil grasp by favorizing the dynamic tripod one. Therefore, it has been proven that this grasp isn't the only functional one.

Purpose. This study aims to describe grasp patterns of Grade 2 and Grade 4 pupils and evaluate the effect of pencil grasp on speed and legibility in handwriting.

Method. 57 pupils (Grade 2: n = 22; Grade 4: n = 42) were filmed during a series of handwritten tasks to identify the different grasps adopted by pupils. The handwriting skills were evaluated by completing a near-point copying task.

Findings. Pupils use different pencil grasps and none of the grasps described had an effect on speed and legibility of the handwriting. The dynamic quadrupod grasp is the most used by grade 2 and 4 pupils.

Implications. The dynamic tripod grasp is not the only functional grasp. The dynamic quadrupod, lateral tripod and lateral quadrupod grasps also allowed good speed and legibility when writing. When teaching handwriting, the different grasps should be taken into consideration.

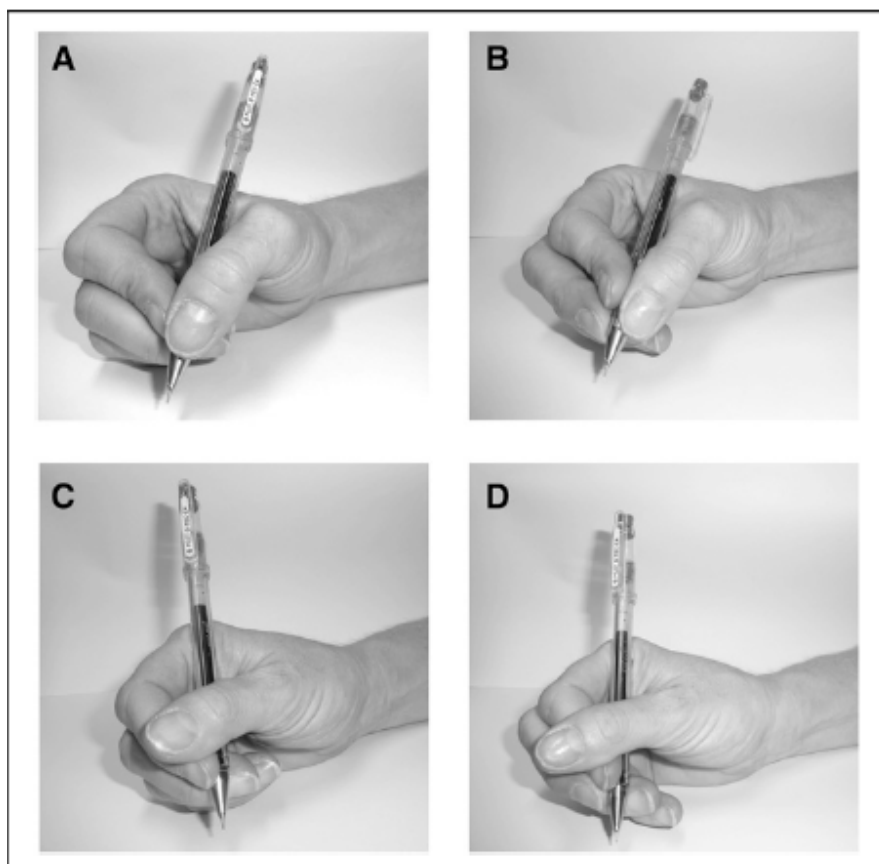
KEYWORDS

Assessment, Grips, Handwriting, Legibility, Occupational Therapy, Paediatrics, Pencil grasp, Writing Speed

INTRODUCTION

L'écriture est une tâche fonctionnelle essentielle au rendement occupationnel dans les activités quotidiennes, tant à l'école et au travail que dans les loisirs (Donica, 2010 ; Donica *et al.*, 2018 ; Kushki *et al.*, 2011 ; Pollock *et al.*, 2009). En effet, les enfants qui présentent des difficultés graphomotrices à l'école, qui se manifestent par une vitesse d'écriture déficitaire ou une lisibilité altérée (Falk *et al.*, 2011), ont souvent de la difficulté à répondre adéquatement à la charge de travail demandée. Ces difficultés graphomotrices, qui concernent 6 à 33 % des élèves d'âge scolaire présentant un développement typique (Brossard-Racine *et al.*, 2012 ; Duiser *et al.*, 2020), ont un impact défavorable sur leur rendement scolaire (Bara et Morin, 2013 ; Donica, 2010 ; Duiser *et al.*, 2020 ; Graham *et al.*, 2008 ; Medwell et Wray, 2007 ; Schneck et Case-Smith, 2015 ; Tseng et Cermak, 1993). Ces difficultés associées au geste d'écriture peuvent également nuire à l'estime personnelle des enfants (Donica, 2010 ; Graham, 2009 ; O'Mahony *et al.*, 2008).

Figure 1 : Types de prises du crayon fonctionnelles. A = Tripode dynamique ; B = Quadripode dynamique ; C = Tripode latérale ; D = Quadripode latérale (Schwellnus *et al.*, 2013)



Lorsque des difficultés graphomotrices sont observées en contexte scolaire, l'ergothérapeute est souvent sollicité par les enseignants afin de soutenir ces élèves (Donica, 2010 ; Donica *et al.*, 2018). L'une des interventions privilégiées par les ergothérapeutes vise fréquemment la modification de la prise du crayon des élèves (Feder et Majnemer, 2007 ; Graham *et al.*, 2008) afin qu'ils adoptent la prise tripode dynamique

(Bergmann, 1990). En effet, dès la 1^{re} année du primaire, un des éléments travaillés par les enseignants lors de l'apprentissage de l'écriture manuelle est la prise du crayon (Lavoie *et al.*, 2015). Il est généralement attendu que ces élèves aient acquis la prise tripode dynamique (voir Figure 1) (Bergmann, 1990). Cette prise de crayon est souvent privilégiée dans la pratique des enseignants et des ergothérapeutes, car certaines études ont démontré que les élèves ayant des difficultés en écriture présentaient souvent des prises atypiques (Donica, 2010). Or, des études viennent alimenter la réflexion quant à la pertinence de ne pas prendre en compte qu'une seule prise du crayon fonctionnelle ; en effet, la prise tripode dynamique n'a été observée que chez 40 % à 72,5 % des jeunes de 3 ans à 6 ans et 11 mois (Schneck et Henderson, 1990) et chez 86 % des adultes (Bergmann, 1990). En contrepartie, la prise tripode latérale a été observée chez 25 % des jeunes de 6 ans (Schneck et Henderson, 1990) et chez 10 % des adultes (Bergmann, 1990). Ainsi, les données actuelles indiquent que d'autres prises que la tripode dynamique sembleraient tout aussi fonctionnelles pour écrire lisiblement et efficacement (Dennis et Swinth, 2001 ; Koziatek et Powell, 2003 ; Schwellnus *et al.*, 2012b, 2013). Parmi ces autres prises, la quadripode dynamique, la tripode latérale ainsi que la quadripode latérale sont fréquemment observées, comme on le voit dans la Figure 1 (Donica, 2010 ; Donica *et al.*, 2018 ; Edwards *et al.*, 2018 ; Schwellnus *et al.*, 2012b).

Une prise du crayon peut être décrite comme étant « dynamique » si les muscles intrinsèques de la main contrôlent le geste graphomoteur via des mouvements dissociés des doigts (Bergmann, 1990 ; Dennis et Swinth, 2001). Ainsi, des mouvements concentrés au niveau des articulations métacarpo-phalangiennes et interphalangiennes sont observés tandis que les articulations de l'épaule, du coude et du poignet sont beaucoup moins sollicitées (Rosenbloom et Horton, 1971). La différence entre les prises du crayon quadripode et tripode résulte dans le nombre de doigts qui prennent appui sur le crayon (Schneck et Henderson, 1990). Ainsi, dans une prise quadripode, quatre doigts s'appuient sur le crayon alors que la prise tripode n'en sollicitera que trois. Finalement, les prises tripode latérale et quadripode latérale se caractérisent par la position du pouce qui est en crochet sur l'index (voir Figure 1) (Schneck et Henderson, 1990).

Tel que mentionné, la prise du crayon est une des composantes de l'écriture manuelle, qui est une activité prédominante dans les tâches scolaires. En effet, l'écriture manuelle nécessite une utilisation adéquate du crayon, qui repose sur une modification constante de la force, de la direction, de l'accélération et de la vitesse des mouvements (Mackenzie et Spokes, 2018 ; Kushki *et al.*, 2011). Deux paramètres sont importants dans l'analyse du rendement de l'élève lors de l'écriture manuelle, soit la lisibilité et la vitesse d'écriture. La lisibilité est le paramètre permettant de déterminer si l'écriture est de bonne ou de mauvaise qualité. En d'autres mots, c'est la capacité de l'évaluateur à reconnaître facilement la lettre hors contexte, sans tenir compte du mot (Amundson, 1995 ; Diekema *et al.*, 1998). En ce qui concerne la vitesse d'écriture, elle est déterminée en fonction du nombre de lettres écrites par minute (en incluant les lettres illisibles) et peut avoir une influence sur la lisibilité (Dennis et Swinth, 2001 ; Schwellnus *et al.*, 2012a ; Ziviani, 1984).

De ce fait, les difficultés d'écriture sont principalement reliées à une faible vitesse d'écriture ainsi qu'à une pauvre lisibilité (Falk *et al.*, 2011). Cependant, il demeure primordial de se demander si l'enfant présente réellement des difficultés d'écriture occasionnées par une mauvaise prise du crayon avant d'entreprendre des interventions puisque cela peut engendrer des impacts négatifs sur le rendement de l'élève. En effet, si l'attention de l'enfant se porte sur les aspects mécaniques de l'écriture manuelle tels que sa prise du crayon, cela peut nuire à l'élaboration de ses idées lors des séances de rédaction, ainsi qu'à la qualité linguistique de son texte, car il est moins disponible cognitivement pour les éléments lexicaux et grammaticaux (Bara et Morin, 2013 ; Graham *et al.*, 2008 ; Medwell et Wray, 2007 ; Schneck et Case-Smith, 2015 ; Tseng et Cermak, 1993). Inversement, une fois que la formation des lettres et la tenue du crayon sont plus automatisées, le scripteur n'a pas à diriger toute son attention sur le geste d'écriture (Bara et Morin, 2013), et cette automatisation le rend cognitivement disponible pour des apprentissages plus complexes, tels que l'orthographe, l'accès lexical et la production de textes, lui permettant ainsi d'avoir un meilleur rendement scolaire. En d'autres mots, il est plus difficile pour l'élève de se concentrer sur les éléments lexicaux et grammaticaux si son attention est majoritairement dirigée sur les aspects dits mécaniques de l'écriture, comme le geste graphomoteur ou encore à la façon dont il tient son crayon.

Ainsi, il importe de s'intéresser plus spécifiquement aux effets des différentes prises sur la lisibilité de l'écriture, afin d'identifier les bonnes pratiques et d'appuyer les interventions des enseignants et des ergothérapeutes visant à outiller les élèves et à favoriser leur rendement scolaire. Par exemple, Graham et ses collaborateurs (2008) rapportent que 4 enseignants sur 5 enseignent la prise tripode dynamique à leurs élèves dès le début de l'apprentissage de l'écriture, alors que d'autres prises du crayon semblent aussi s'avérer fonctionnelles. À cet égard, Schwellnus et ses collaborateurs (2012b) soulignent l'écart présent entre les résultats de recherche concernant les diverses prises fonctionnelles et la pratique des enseignants et des ergothérapeutes, qui privilégient la prise tripode dynamique.

Plus précisément, Schwellnus et ses collègues (2012b) ont réalisé une étude s'intéressant à l'effet des différents types de prise du crayon sur la lisibilité et la vitesse de l'écriture manuelle auprès d'élèves de 4^e année. Les résultats montrent que la prise tripode dynamique (voir Figure 1), bien que fréquente parmi les élèves, n'est pas essentielle à une écriture fonctionnelle et qu'il existe également d'autres prises tout aussi fonctionnelles. De leur côté, Falk et ses collègues (2010) ont réalisé une étude qui consistait à évaluer, auprès d'élèves de 1^{re} et de 2^e année du primaire, l'effet de la force exercée sur le crayon sur la lisibilité de l'écriture manuelle. Selon leurs résultats, les élèves qui utilisaient une prise dite statique avaient une écriture de qualité inférieure comparativement aux élèves qui utilisaient une prise dynamique. Les auteurs recommandaient donc l'adoption d'une prise de crayon dynamique dans le but d'améliorer la lisibilité de l'écriture manuelle (Falk *et al.*, 2010), ce qui est contradictoire avec les résultats de Schwellnus et ses collaborateurs (2012b) qui ont montré que les prises latérales (considérées comme étant statiques) sont fonctionnelles.

Ces deux études ont été réalisées en Ontario, où l'apprentissage de l'écriture manuelle débute souvent en maternelle, ce qui rend le contexte d'apprentissage différent de celui du Québec où cet enseignement débute en 1^{re} année du primaire. Or les contextes scolaires peuvent avoir un effet sur les performances en écriture, notamment pour les aspects décrivant les performances graphomotrices telles que la lisibilité et la vitesse (Morin *et al.*, 2017). Au Québec, l'étude de Couture et ses collègues (2016) a permis d'établir des normes franco-québécoises pour la vitesse en copie de près chez les élèves de 1^{re} et 2^e année (6-8 ans), alors que les résultats d'une seconde étude seront publiés sous peu (Morin *et al.*, accepté) pour la vitesse en copie de près des élèves de la 3^e à la 6^e année du primaire (8-12 ans).

Cette étude vise à collecter des données sur les types de prise des élèves de 2^e et 4^e année du primaire et à comparer les performances graphomotrices de ces élèves en fonction de la prise de crayon adoptée. Il est à noter qu'au Québec, les élèves de 2^e année sont âgés de 7-8 ans et ceux de 4^e année, de 9-10 ans. À notre connaissance, il s'agit de la première étude réalisée au Québec visant à répondre à ces objectifs.

MÉTHODES

Cette étude se réfère à un devis transversal de nature descriptive et analytique (ou un devis descriptif corrélationnel). Les études transversales permettent d'obtenir une photo instantanée de la fréquence et des caractéristiques d'une ou plusieurs variables d'intérêt à un moment précis (Aggarwal et Ranganathan, 2019 ; Fortin et Gagnon, 2016). Effectivement, l'équipe de recherche souhaitait répondre à deux objectifs, soit 1) documenter les différents types de prise du crayon d'élèves de 2^e et 4^e année du primaire (approche descriptive) et 2) examiner la relation entre ces différentes prises et la vitesse et la lisibilité de l'écriture manuelle (approche analytique) (Aggarwal et Ranganathan, 2019). L'approche descriptive a permis de décrire la fréquence d'utilisation des différents types de prise de crayon, et ce, à un moment précis dans le temps, auprès de plusieurs groupes d'élèves du primaire, tandis que l'approche analytique a permis d'explorer les associations entre les types de prise de crayon, la lisibilité et la vitesse d'écriture (Aggarwal et Ranganathan, 2019 ; Fortin et Gagnon, 2016).

Participants

Les participants de l'étude (57 élèves) fréquentaient des classes régulières au sein de deux écoles primaires francophones du Québec, soit 22 élèves en 2^e année (7-8 ans) et 35 élèves en 4^e année (9-10 ans). Les critères d'inclusion étaient les suivants : 1) Parler et comprendre le français et 2) Avoir appris l'écriture script depuis le début du primaire. Au Québec, certains enseignants montrent l'écriture script à leurs élèves alors que d'autres enseignent l'écriture cursive (Cantin et Hubert, 2019). Or, dans le but d'être en mesure d'effectuer des comparaisons avec les études de Schwellnus et ses collègues (2012a, 2012b) qui avaient utilisé ce type d'écriture, l'écriture script a été favorisée. De plus, des critères d'analyse franco-québécois de la lisibilité et de la vitesse d'écriture ont

été établis avec l'écriture scripte (Couture *et al.*, 2016). Par souci de bien représenter l'hétérogénéité de la population québécoise, aucun critère d'exclusion n'a été utilisé.

L'équipe de recherche a recruté les participants par une méthode d'échantillonnage de convenance afin de permettre l'obtention d'échantillons représentatifs de la population à l'étude, et ce, à la suite de l'acceptation du comité d'éthique – Éducation et Sciences sociales (n. 2018-1780). Le projet a reçu l'approbation de la direction des ressources pédagogiques de la commission scolaire de la région à l'étude préalablement. Les enseignants et les parents des enfants ont donné leur consentement écrit à la participation au projet. Conformément aux règles d'éthique, seuls les élèves dont les parents ont donné leur consentement par écrit ont participé à l'étude. Le consentement verbal de l'élève était également obtenu au cours de la journée précédant la passation des tests.

Outil de mesure et variables

L'outil de mesure utilisé, soit le *McMaster Handwriting Assessment Protocol – second edition* (HAP-2, Pollock *et al.* 2009), permet de documenter la vitesse et la lisibilité de l'écriture manuelle des élèves du primaire. Il comprend cinq tâches d'écriture distinctes : 1) l'écriture de mémoire de plusieurs éléments dont le prénom-nom de l'enfant, l'alphabet et les chiffres ; 2) la copie de près d'une ou de plusieurs phrases ; 3) la copie de loin d'une ou de plusieurs phrases ; 4) la dictée d'une phrase qui comporte toutes les lettres de l'alphabet ; et 5) la production d'un texte. Dans le but de circonscrire les résultats de la présente étude, les évaluatrices ont seulement analysé la tâche de copie de près. Ainsi, les élèves de 2^e année du primaire devaient recopier les phrases : « *Maxime va à la plage avec sa famille. Il aime construire un château de sable* » (Pollock *et al.*, 2009). Les élèves de 4^e année, quant à eux, devaient recopier les phrases : « *Par une belle journée d'hiver, j'ai décidé d'aller jouer dehors. Il y avait de la neige qui était tombée durant la nuit alors tout était blanc. C'était tellement beau que j'ai décidé de faire un énorme bonhomme de neige. C'est le plus beau et le plus gros que j'ai fait dans ma vie* » (Pollock *et al.*, 2009). Pour la copie de près, la feuille est positionnée sur la table devant l'enfant comparativement à la copie de loin où la feuille est positionnée à environ 2 mètres de l'enfant sur un mur (1,2 mètres du sol).

L'équipe a utilisé la version francophone du HAP-2, soit le Protocole d'évaluation de l'écriture manuelle (Pollock *et al.*, 2009), puisque des valeurs de référence franco-québécoises de vitesse et de lisibilité pour les élèves de 2^e année du primaire sont disponibles (Couture *et al.*, 2016).

Pour la vitesse d'écriture, le score correspond au nombre total de lettres écrites divisé par le nombre de minutes prises pour réaliser la tâche. Toutes les lettres produites doivent être comptées, qu'elles soient lisibles, illisibles ou barrées. Lorsqu'une lettre est retracée sur une autre lettre, deux lettres sont comptées. Les signes de ponctuation (virgules, deux-points, points d'exclamation et points) ne sont pas pris en considération dans le calcul. La vitesse de chaque élève est comparée avec les normes franco-québécoises (Couture *et al.*, 2016).

De plus, un guide d'évaluation de la lisibilité a été antérieurement produit par Morin et ses collègues (accepté) dans le cadre d'une étude portant sur le Protocole d'évaluation de l'écriture manuelle. Ils ont construit ce guide d'évaluation de la lisibilité, qui inclut une description des critères de lisibilité de l'écriture manuelle, en s'inspirant du *Evaluation Tool of Children's Handwriting* (Amundson, 1995), du *Minnesota Handwriting Assessment* (Reisman, 1999) et du canevas maison de la Chaire de recherche sur l'apprentissage de la lecture et de l'écriture chez le jeune enfant (CREALEC) de la Faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke. L'utilisation de ce guide avait pour but d'uniformiser les évaluations entre les évaluateurs. La lisibilité de la lettre était évaluée individuellement en fonction des critères du guide. Par la suite, le nombre de lettres lisibles (obtenu en soustrayant, du nombre total de lettres, le nombre de lettres barrées et illisibles) était divisé par le nombre total de lettres produites (lettres lisibles, illisibles et barrées) et le tout était multiplié par 100, ce qui donnait le pourcentage de lisibilité total. Ainsi, le score varie entre 0 % et 100 %.

Collecte de données

Cinq étudiantes à la maîtrise professionnelle en ergothérapie de l'Université de Sherbrooke (Québec, Canada), supervisées par deux ergothérapeutes, ont effectué la collecte de données. La passation des épreuves s'est déroulée en milieu scolaire, de façon individuelle, dans un endroit calme adjacent à la classe. Seuls les élèves participants et leur évaluatrice étaient présents dans la salle. Chaque passation était d'une durée moyenne de 20 minutes. Lors de l'arrivée de l'élève dans la salle, il lui était demandé d'adopter la position la plus optimale possible. L'enfant devait avoir les pieds en appui au sol ou sur une surface solide avec les chevilles, les genoux et les hanches à 90° (Cantin *et al.*, 2019 ; Alaniz *et al.*, 2015). L'évaluatrice avait à sa disposition une boîte de carton ou une pile de livres afin de permettre à l'enfant d'avoir un appui sous ses pieds. Aussi, l'enfant ne devait pas avoir l'épaule surélevée, ce qui signifie que la surface de travail devait être au niveau de la hauteur des coudes (Alaniz *et al.*, 2015).

Afin d'identifier le type de prise du crayon utilisé par les élèves, la main de chaque participant a été filmée durant la tâche de l'écriture de mémoire. Ces films permettaient également de documenter les éventuels changements de prise durant la tâche (Schwellnus *et al.*, 2012b). Par la suite, l'équipe a pris des captures d'écran pour une analyse plus approfondie des prises de crayon.

Analyse des données

Afin de documenter le type de prise du crayon utilisé par les élèves de 8 et 10 ans, deux évaluateurs, formés par une ergothérapeute, ont identifié le type de prise adopté par les élèves en s'appuyant sur les prises répertoriées par Schwellnus et ses collaborateurs (2012b). Dans le but d'assurer un codage homogène, l'ergothérapeute a assuré un double-codage. Dans le cas de désaccords, les évaluateurs ont révisé la nature de la prise du crayon.

Dans le but de rendre homogène l'analyse de la lisibilité, deux évaluateurs ont commencé le processus d'évaluation par une phase de mise à niveau où elles ont évalué ensemble six copies, sous la supervision d'une ergothérapeute, en se basant sur les critères d'analyse établis préalablement et en les clarifiant afin de standardiser l'utilisation de l'outil d'analyse. Ensuite, les deux évaluateurs ont analysé 10 copies conjointement afin de s'assurer de l'homogénéité de leur analyse, ce que, par la suite, l'ergothérapeute a validé. Pour le reste des copies, la première évaluatrice a analysé 25 copies et la deuxième évaluatrice 23 copies, indépendamment l'une de l'autre. En cas de questions, les deux évaluateurs pouvaient communiquer entre elles et pouvaient se référer à l'ergothérapeute. Finalement, à l'aveugle, elles ont analysé l'entièreté des copies de l'autre, assurant ainsi une très bonne fidélité inter-juges.

Ensuite, l'équipe de recherche a utilisé le logiciel SPSS 20.0 afin d'analyser les données. Des tests descriptifs (médianes) ainsi qu'un test statistique non paramétrique (test U de Mann-Whitney), avec une valeur p de 0,05, ont été effectués afin de comparer les performances graphomotrices (vitesse et lisibilité de l'écriture) en fonction des types de prise du crayon adoptés par les élèves (White, 2020).

En raison du nombre restreint de participants, nous avons comparé la lisibilité et la vitesse d'écriture en fonction du niveau scolaire sans tenir compte de leur prise (voir tableau 3). Par la suite, nous avons effectué une comparaison de la lisibilité et de la vitesse d'écriture en fonction de chaque prise sans tenir compte du niveau scolaire (voir tableaux 4 et 5).

RÉSULTATS

Selon les critères d'inclusion, les données de 57 participants, soit 22 élèves de 2^e année et 35 élèves de 4^e année du primaire, ont été analysées (voir tableau 1). Parmi les participants, 23 élèves étaient de genre masculin (43 %) et 31 élèves de genre féminin (57 %). La plupart d'entre eux écrivaient de la main droite (88 %).

Tableau 1 : Caractéristiques sociodémographiques des élèves participants

Caractéristiques	Enfants de 7-8 ans N (%)	Enfants de 9-10 ans N (%)	Total N (%)
Nombre d'élèves (N = 57)	22 (100)	35 (100)	57 (100)
Genre (N = 54)			
Masculin	9 (43)	14 (40)	23 (40)
Féminin	12 (57)	18 (51)	31 (54)
Dominance (N = 57)			
Droitier	19 (86)	31 (89)	50 (88)
Gaucher	3 (14)	4 (11)	7 (12)

Note: N = nombre

Prises du crayon observées

Pour les types de prise utilisés (voir tableau 2), la prise du crayon la plus fréquente est la prise quadripode dynamique (2^e année : 46 % ; 4^e année : 33 %). La prise tripode latérale est la deuxième prise la plus adoptée par les élèves de 2^e année du primaire (32 %) alors que la tripode dynamique est la deuxième prise la plus utilisée par les élèves de 4^e année du primaire (28 %). Seulement deux enfants ont modifié leur prise du crayon durant l'administration du test.

Tableau 2 : Types de prise fonctionnelle observés chez les élèves de 2^e et de 4^e année (N = 57)

Types de prise fonctionnelle	2 ^e année (%) N = 22	4 ^e année (%) N = 35	Tous (%) N = 57
Tripode dynamique	2 (9)	10 (29)	12 (21)
Quadripode dynamique	10 (46)	12 (34)	22 (39)
Tripode latérale*	7 (32)	4 (11)	11 (19)
Quadripode latérale	3 (14)	9 (26)	12 (21)

* Deux enfants ont modifié leur prise de type tripode latérale pour adopter une autre prise non catégorisée.

Comparaison des performances graphomotrices en fonction de l'année scolaire

Considérant que les données ne sont pas réparties de façon symétrique, l'utilisation des médianes était de mise (White, 2020). Pour les analyses suivantes, le test U de Mann Whitney a été utilisé avec une valeur de signification de 0,05.

La médiane du pourcentage de lisibilité durant l'écriture de la copie de près pour les élèves de 2^e année, toutes prises confondues, est de 86 % et celle des 4^e année est de 81 % (voir tableau 3). Il n'y a aucune différence statistiquement significative entre le niveau scolaire et la lisibilité de l'écriture manuelle ($p = 0,132$).

La médiane de vitesse d'écriture manuelle durant la copie de près pour les 2^e année, toutes prises confondues, est de 27 lettres/minute alors qu'en 4^e année, la médiane est de 50 lettres/minute (voir tableau 3). Selon les analyses non paramétriques (test U de Mann-Whitney), les élèves de 4^e années écrivent statistiquement plus rapidement que les élèves de 2^e année ($p = 0,000$).

Tableau 3 : Performances graphomotrices (vitesse et lisibilité de l'écriture) des élèves de 2^e année et de 4^e année et leur médiane (Me) à la tâche de copie de près (N = 57)

2 ^e année (N = 22)		4 ^e année (N = 35)	
Vitesse (lettres/minute)	Lisibilité (%)	Vitesse (lettres/minute)	Lisibilité (%)
Me = 26,85	Me = 86,05	Me = 50,28	Me = 81,19
21,85	90,20	57,87	83,72
39,43	67,80	47,26	83,03
31,17	83,60	50,85	75,20
34,44	80,00	49,71	78,34
27,21	100	39,83	62,96
29,81	81,97	30,40	75,30
18,59	91,70	61,73	81,19
31,16	67,80	59,83	76,26
18,36	100	52,86	77,52
18,49	90,20	32,46	86,80
21,70	75,41	79,08	75,46
29,45	98,30	41,92	62,67
22,89	75,00	40,10	85,78
36,20	90,00	69,67	82,11
25,49	80,00	57,33	86,70
32,49	88,50	55,89	75,69
21,70	88,70	66,33	91,28
32,65	77,00	37,63	95,40
26,50	78,33	47,08	84,86
24,02	78,70	49,64	77,98
33,01	98,36	69,02	87,60
19,58	93,40	57,55	80,28
		59,00	77,10
		53,14	86,18
		44,12	81,20
		47,29	77,98
		66,67	79,70
		41,07	96,30
		69,03	94,00
		29,96	94,50
		37,92	83,40
		52,29	73,27
		41,29	76,85
		35,63	86,92
		47,19	75,20

Note : N = nombre ; Me = médiane

Comparaison des performances graphomotrices en fonction des prises observées

Dans les prochains résultats présentés, les données des élèves de 2^e et de 4^e années ont été fusionnées pour effectuer les analyses. La médiane de vitesse d'écriture manuelle lors de la copie de près pour les élèves utilisant la prise tripode dynamique est de 38 lettres/minute alors que ceux utilisant la quadripode dynamique écrivent à une vitesse de 40 lettres/minute (voir tableau 4). Respectivement, les médianes de vitesse d'écriture manuelle des élèves adoptant une prise tripode latérale et quadripode latérale sont respectivement de 30 lettres/minute et 48 lettres/minute (voir tableau 4). Il n'y a pas de différence statistique dans la vitesse d'écriture manuelle des élèves en fonction de la prise du crayon utilisée ($p > 0,05$; voir tableau 5).

La médiane du pourcentage de lisibilité pour la copie de près selon la prise utilisée est de 85 % pour la prise tripode dynamique et de 79 % pour la prise quadripode dynamique (voir tableau 4). La médiane des résultats de lisibilité pour les élèves adoptant la prise tripode latérale est de 90 %, alors que pour ceux adoptant la quadripode latérale, elle est de 80 % (voir tableau 4). Il n'y a aucune différence statistiquement significative entre les pourcentages de lisibilité selon le type de prise utilisé ($p > 0,05$; voir tableau 5).

Tableau 4 : Performances graphomotrices des participants en fonction des prises de crayon et médianes (Me) observées à la tâche de copie de près (N = 57)

Vitesse d'écriture (lettres/minute)			
Tripode dynamique Me = 37,78	Quadripode dynamique Me = 39,76	Tripode latérale Me = 30,11	Quadripode latérale Me = 48,46
21,85	34,44	27,21	29,45
31,17	29,81	18,59	25,49
30,40	31,60	18,36	21,70
61,73	21,70	18,49	52,86
32,46	22,89	26,50	66,33
41,92	36,20	33,01	47,19
57,33	32,49	19,58	49,64
37,63	32,65	39,83	59,00
52,21	24,02	79,08	53,14
41,29	39,43	69,67	47,29
29,96	57,87	44,12	66,67
	40,10		41,07
	55,89		
	35,63		
	47,08		
	69,02		
	57,55		
	69,03		
	47,26		
	50,85		
	49,71		
	59,83		

Note : Me = médiane

Tableau 4 (suite) : Performances graphomotrices des participants en fonction des prises de crayon et médianes (Me) observées à la tâche de copie de près (N = 57)

Lisibilité de l'écriture (%)			
Tripode dynamique Me = 85,15	Quadripode dynamique Me = 79,35	Tripode latérale Me = 90,20	Quadripode latérale Me = 79,85
90,20	80,00	100	98,30
83,60	81,97	91,70	80,00
75,30	67,80	100	88,70
81,19	75,41	90,20	77,52
86,80	75,00	78,33	91,28
62,67	90,00	98,36	73,27
86,70	88,50	93,40	77,98
95,40	77,00	75,46	77,10
76,85	78,70	82,11	86,18
86,92	67,80	81,20	77,98
94,50	83,72	62,96	79,70
83,40	94,00		96,30
	83,03		
	75,20		
	78,34		
	76,26		
	85,78		
	75,69		
	75,20		
	84,86		
	87,60		
	80,28		

Note : Me = médiane

Tableau 5 : Comparaison des vitesses et de la lisibilité de l'écriture manuelle lors de la copie de près en fonction des prises du crayon ($p = 0,005$)

Comparaisons (test U de Mann-Whitney)			Lisibilité	Vitesse
Tripode dynamique	x	Quadripode dynamique	$p = 0,121$	$p = 0,564$
Tripode dynamique	x	Tripode latérale	$p = 0,406$	$p = 0,453$
Tripode dynamique	x	Quadripode latérale	$p = 0,817$	$p = 0,273$
Quadripode dynamique	x	Tripode latérale	$p = 0,056$	$p = 0,280$
Quadripode dynamique	x	Quadripode latérale	$p = 0,256$	$p = 0,517$
Tripode latérale	x	Quadripode latérale	$p = 0,242$	$p = 0,204$

Note : p = valeur p associée au test de Mann-Whitney

DISCUSSION

Cette étude descriptive transversale avait pour objectifs de documenter les différentes prises du crayon de 57 élèves de 2^e et 4^e année et de comparer les performances graphomotrices de l'ensemble de ces élèves en fonction de la prise de crayon adoptée. Ces élèves ont été filmés lors d'une série de tâches de production de mémoire (nom-prénom, alphabet et chiffres), de manière à identifier les différentes prises adoptées par les élèves. Les performances graphomotrices (vitesse et lisibilité) ont été évaluées à partir d'une tâche de copie de phrases de près.

Tout d'abord, les résultats issus de l'analyse qualitative des différentes prises de crayon adoptées par les élèves de 2^e et de 4^e année ont permis de démontrer, dans l'ensemble, l'adoption de différentes prises de crayon fonctionnelles. Les prises de crayon observées sont : la prise quadripode latérale, la prise quadripode dynamique, la prise tripode latérale et la prise tripode dynamique. Ces résultats sont cohérents avec des études antérieures, auprès de populations différentes, qui montraient que les élèves utilisaient une variété de prises fonctionnelles, et pas seulement la tripode dynamique (Donica *et al.*, 2018 ; Schneck et Henderson, 1990 ; Schwellnus *et al.*, 2012b, 2013 ; Tseng, 1998). Par exemple, les participants de l'étude de Schwellnus et ses collaborateurs (2012b) auprès d'élèves de 4^e année du primaire dans la région de Toronto (Canada), dont l'âge moyen était de 9 ans et 11 mois, utilisaient principalement la prise tripode dynamique, suivie de près par la quadripode latérale. Quant à nos résultats, ils montrent que la majorité des participants, tant en 2^e qu'en 4^e année, utilisent la prise quadripode dynamique, alors qu'environ le quart des élèves de 4^e année utilisent la prise tripode dynamique. La différence entre nos résultats et ceux de Schwellnus et ses collègues (2012b) pourrait être attribuable à l'enseignement offert aux élèves en fonction des régions. En effet, l'étude de Schwellnus et ses collaborateurs (2012b) ne s'est pas déroulée dans la même région sociodémographique que notre étude, ce qui peut expliquer la différence de résultats. Il est d'ailleurs démontré que l'enseignement de l'écriture peut avoir une influence sur les composantes graphomotrices (Bara et Morin, 2013 ; Santangelo et Graham, 2016). Toutefois, la conclusion générale demeure la même, soit qu'il existe une variété de prises du crayon dites fonctionnelles. Il est intéressant de noter que, selon nos résultats, la prise tripode dynamique est la moins utilisée par les élèves de 2^e année (âgés de 7 et 8 ans) alors que, selon la littérature, elle devrait être acquise depuis l'âge de 6 ans et demi (Bergmann, 1990 ; Rosenbloom et Horton, 1971). Dans la présente étude, on ne constate aucune différence dans la lisibilité de l'écriture entre les élèves de 2^e et ceux de 4^e année du primaire, ce qui est en adéquation avec la littérature scientifique (Karlsdottir et Stefansson, 2002 ; Overvelde et Hulstijn, 2011). En effet, les élèves qui ont une écriture fonctionnelle semblent atteindre un plateau concernant la lisibilité de leur écriture manuelle vers 7-8 ans (Karlsdottir et Stefansson, 2002 ; Overvelde et Hulstijn, 2011).

En examinant les performances graphomotrices (vitesse et lisibilité) des élèves à la tâche de copie de phrases de près en fonction de l'année scolaire, nos résultats sont en accord avec d'autres études qui ont montré que la vitesse d'écriture augmente selon l'âge des enfants (Blöte et Hamstra-Bletz, 1991 ; Couture *et al.*, 2016 ; Graham *et al.*,

1998 ; O'Mahony *et al.*, 2008 ; Pollock *et al.*, 2009 ; Pontart *et al.*, 2013 ; Ziviani, 1984). Cette amélioration de vitesse peut s'expliquer à la fois par la maturation de plus en plus importante du système perceptivo-moteur et par les pratiques d'écriture régulières dans les activités scolaires (Morin *et al.*, 2017). Cette aisance du geste d'écriture traduit également l'automatisation des patrons moteurs nécessaires dans l'activité graphomotrice (Graham *et al.*, 1998). Puisque nos données ne sont pas réparties selon une distribution normale des données, nous avons dû utiliser la médiane plutôt que la moyenne. Ainsi, nos résultats concernant la vitesse d'écriture ne peuvent être comparés avec les normes franco-québécoises établies par Couture et ses collègues (2016), puisque ceux-ci ont calculé des moyennes.

Alors que la majorité des élèves dans cette présente étude utilisent une prise autre que la tripode dynamique, il s'avère judicieux d'analyser l'impact de leur prise du crayon sur leur vitesse et leur lisibilité d'écriture manuelle, puisque ce sont les deux pierres angulaires d'une écriture fonctionnelle (Pollock *et al.*, 2009). Falk et ses collègues (2010) avancent que les prises statiques (tripode latérale et quadripode latérale) pourraient être associées à une qualité d'écriture moindre. Toutefois, selon nos résultats, le type de prise utilisé n'influencerait pas la vitesse d'écriture ou la lisibilité des élèves de 2^e et de 4^e année du primaire, ce qui est corroboré par d'autres études (Koziatek et Powell, 2003 ; Schwellnus *et al.*, 2012b, 2013). Une étude a d'ailleurs constaté pour sa part que les élèves de 4^e année du primaire utilisant la prise tripode latérale produisaient le plus de mots et avaient le score de lisibilité le plus élevé (Koziatek et Powell, 2003). Nous pouvons ainsi conclure que les prises quadripode dynamique, tripode latérale et quadripode latérale sont aussi fonctionnelles que la prise tripode dynamique.

Les résultats de la présente étude mettent également en lumière l'écart entre la recherche d'une part et la pratique des ergothérapeutes ainsi que des enseignants d'autre part, ceux-ci ayant tendance à privilégier la prise tripode (Donica *et al.*, 2018 ; Schwellnus *et al.*, 2012b). Une réflexion à propos de l'utilisation des auxiliaires à l'écriture (embouts de crayon) émane également de cette étude. Effectivement, l'utilisation des auxiliaires à l'écriture est souvent une approche privilégiée par les ergothérapeutes pour remédier aux difficultés d'écriture manuelle des élèves. Toutefois, ces aides à l'écriture devraient être utilisées avec prudence par l'ergothérapeute, étant donné qu'elles ciblent majoritairement la prise tripode dynamique. Certains élèves pourraient préférer une autre prise du crayon s'avérant tout aussi fonctionnelle que cette prise « classique », tel que démontré par les résultats de ce présent article. À la lumière des évaluations et selon l'avis de l'équipe de professionnels, dont l'ergothérapeute, un changement de prise de crayon devrait être considéré seulement en présence d'un de ces critères : lorsque l'enfant se plaint de douleur ou de fatigue au niveau de la main, lorsqu'il éprouve de la difficulté à former les lettres (entravant la lisibilité), ou lorsque sa vitesse d'écriture est en deçà des attentes pour son âge et/ou lorsqu'il exerce trop de pression sur la feuille ou sur le crayon (Schneck et Case-Smith, 2015). Lors de ce type d'intervention, l'ergothérapeute doit considérer l'âge de l'enfant, sa coopération ainsi que s'il est motivé à modifier sa prise (Schneck et Case-Smith, 2015), afin de diminuer les répercussions que cela peut engendrer sur sa disponibilité cognitive face aux apprentissages.

Considérant que de plus en plus de recherches indiquent que les tâches d'écriture manuelle peuvent être accomplies avec une variété de prises, les intervenants devraient se concentrer sur les implications fonctionnelles de la prise de l'enfant (Pollock *et al.*, 2009 ; Schweltnus *et al.*, 2012a). Des facteurs environnementaux, tels que la posture de l'enfant lorsqu'il écrit (Donica, 2010), peuvent également influencer le rendement de l'enfant lors des tâches d'écriture, puisqu'ils peuvent augmenter la difficulté pour l'enfant (Feder et Majnemer, 2007 ; Yakimishyn et Magill-Evans, 2002).

Cela accentue l'importance de trianguler les informations à partir de plusieurs évaluations, observations et entrevues afin de déterminer les raisons sous-jacentes aux difficultés d'écriture, celles-ci pouvant être explicables par d'autres difficultés (p. ex. : organisation visuospatiale, problèmes de langage ou d'orthographe) (Pollock *et al.*, 2009). De ce fait, les ergothérapeutes sont invités à utiliser une méthode « top-down » afin d'évaluer le rendement de l'enfant lors des tâches d'écriture en tenant compte de la complexité des habiletés mobilisées (motrices, perceptives, cognitives), ainsi que des interactions entre ces habiletés, les exigences de la tâche et les particularités de l'environnement (Klein *et al.*, 2011).

FORCES ET LIMITES DE L'ÉTUDE

À notre connaissance, ce projet est une des premières études à investiguer, en contexte québécois, la relation entre le type de prise de crayon et la lisibilité et la vitesse d'écriture manuelle. De plus, à la lumière des résultats, la réalisation de cette étude a permis de proposer certains critères guidant l'intervention en ergothérapie vers les meilleures pratiques à adopter concernant l'écriture manuelle.

L'uniformisation de la collecte et de l'analyse des données entre les évaluatrices a contribué à la fidélité de l'étude, soit les répétitions de la passation de l'outil et la supervision de l'analyse des données par deux ergothérapeutes. De ce fait, ces stratégies utilisées ont contribué à limiter le biais inter-juges.

Pour diminuer les possibles biais engendrés par des conditions de passation variables, les évaluatrices ont effectué les tâches dans un milieu où les stimulations de l'environnement étaient limitées et de façon individuelle. Ces conditions, répondant à des considérations de validité scientifique, diffèrent néanmoins du milieu scolaire habituel des élèves et celles-ci ont pu influencer le rendement des élèves. D'autre part, malgré les précautions prises afin que tous les élèves adoptent une posture similaire (soit la position 90-90-90 mentionnée précédemment) lors de la réalisation des différentes tâches, l'adaptation du mobilier a parfois été difficile pour certains élèves (chaise trop basse pour éviter la surélévation des épaules). Ce facteur a peut-être eu un impact sur le rendement de quelques participants. Rappelons que cette limite quant à l'adaptation du mobilier est un enjeu important dans les classes qui doit être considéré par les enseignants et les ergothérapeutes, à différents moments au cours de l'année scolaire.

Une seconde limite concerne la méthode d'échantillonnage utilisée. En effet, malgré l'absence de critère d'exclusion, l'échantillonnage par convenance engendre des risques concernant la validité externe des résultats, pouvant en limiter la généralisation. De plus, le faible échantillonnage a pu engendrer un manque de puissance statistique ne permettant pas de conclure à une différence statistiquement significative. Malgré le fait que nos résultats concordent avec les études antérieures, il serait judicieux de faire une étude québécoise de plus grande envergure afin de valider ou d'infirmer nos conclusions.

CONCLUSION

Il s'agit d'une première étude décrivant les différents types de prise du crayon chez des élèves de 2^e et 4^e année au Québec (Canada). L'étude a permis de montrer la diversité des prises de crayon adoptées par ces élèves, lesquelles pouvaient être jugées fonctionnelles pour la réalisation d'activités d'écriture et adéquates du point de vue du rendement scolaire. À l'instar d'autres travaux, cette présente étude permet de constater que la prise tripode dynamique n'est pas la seule prise fonctionnelle. Effectivement, la comparaison des performances graphomotrices selon les différentes prises de crayon montre qu'il n'y a aucun lien statistique entre ces facteurs. Ces résultats invitent à penser que les enseignants et les ergothérapeutes devraient intervenir avec précaution lorsqu'ils observent dans leur pratique d'autres prises que la prise tripode dynamique.

Enfin, à partir de ces résultats, d'autres études sont nécessaires, par exemple, pour documenter les prises de crayon en maternelle, au tout début de la scolarisation. Une comparaison entre des populations d'élèves français et québécois, pratiquant la même langue mais ne bénéficiant pas du même programme scolaire, serait également pertinente sur le plan scientifique et pratique pour les ergothérapeutes et les enseignants de la France et du Québec.

REMERCIEMENTS

L'équipe de recherche aimerait remercier tous les élèves ayant participé à notre étude tout comme les enseignants et les directeurs de la commission scolaire qui ont accepté de nous recevoir. Nous voulons également remercier la CREALEC pour son soutien durant ce projet.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

L'équipe ne rapporte aucun conflit d'intérêts potentiel et n'a obtenu aucune source de financement pour ce projet.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aggarwal, R., et Ranganathan, P. (2019). Study designs: Part 2 - Descriptive studies. *Perspectives in Clinical Research*, 10(1), 34-36. https://doi.org/10.4103/picr.PICR_154_18
- Alaniz, M. L., Galit, E., Necesito, C. I., et Rosario, E. R. (2015). Hand strength, handwriting, and functional skills in children with autism. *The American Journal of Occupational Therapy: Official Publication of the American Occupational Therapy Association*, 69(4), 1-9. <https://doi.org/10.5014/ajot.2015.016022>
- Amundson, S. (1995). *Evaluation Tool of Children's Handwriting*. O.T. KIDS.
- Bara, F. F., et Morin, M. (2013). Does the handwriting style learned in first grade determine the style used in the fourth and fifth grades and influence handwriting speed and quality? A comparison between French and Quebec children. *Psychology in the Schools*, 50(6), 601-617. <https://doi.org/10.1002/pits.21691>
- Bergmann, K. P. (1990). Incidence of atypical pencil grasps among nondysfunctional adults. *American Journal of Occupational Therapy*, 44, 736-740. <https://doi.org/10.5014/ajot.44.8.736>
- Blöte, A. W., et Hamstra-Bletz, L. (1991). A longitudinal study on the structure of handwriting. *Perceptual and Motor Skills*, 72(3), 983-994. <https://doi.org/10.2466/PMS.72.3.983-994>
- Brossard-Racine, M., Mazer, B., Julien, M., et Majnemer, A. (2012). Validating the use of the Evaluation Tool of Children's Handwriting-Manuscript to identify handwriting difficulties and detect change in school-age children. *American Journal of Occupational Therapy*, 66(4), 414-421. <https://doi.org/10.5014/ajot.2012.003558>
- Cantin, N., et Hubert, J. (2019). A description of teachers' approach to handwriting instruction in primary schools. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 86(5), 1-6. <https://doi.org/10.1177/0008417419832480>
- Cantin, N., Delisle, I., et Baillargeon, M. (2019) Reducing child-furniture incompatibility in primary schools. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, 12(2), 200-209. <https://doi.org/10.1080/19411243.2018.1538843>
- Couture, M., Morin, M.-F., Coallier, M., Lavigne, A., Archambault, P., Bolduc, E., Chartier, E., Liard, K., et Jasmin, E. (2016). Évaluation de l'écriture manuelle d'élèves franco-québécois au début du primaire. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 83(5), 269-280. <https://doi.org/10.1177/0008417416661573>
- Dennis, J., et Swinth, Y. (2001). Pencil grasp and children's handwriting legibility during different-length writing tasks. *American Journal of Occupational Therapy*, 55(2), 175-183. <https://doi.org/10.5014/ajot.55.2.175>
- Diekema, S. M., Deitz, J., et Amundson, S. J. (1998). Test-retest reliability of the Evaluation Tool of Children's Handwriting-Manuscript. *American Journal of Occupational Therapy*, 52, 248-255. <https://doi.org/10.5014/ajot.52.4.248>
- Donica, D. (2010). A historical journey through the development of handwriting instruction (Part 2): The historical foundation. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, 3(1), 32-53. <http://dx.doi.org/10.1080/1941124100368399>
- Donica, D. K., Massengill, M., et Gooden, M. J. (2018). A quantitative study on the relationship between grasp and handwriting legibility: Does grasp really matter? *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, 11(4), 411-425. <https://doi.org/10.1080/19411243.2018.1512068>
- Duiser, I. H. F., Ledebt, A., van der Kamp, J., et Savelsbergh, G. J. P. (2020). Persistent handwriting problems are hard to predict: A longitudinal study of the development of handwriting in primary school. *Research in Developmental Disabilities*, 97, 1-10. <https://doi-org.ezproxy.usherbrooke.ca/10.1016/j.ridd.2019.103551>
- Edwards, S. J., Gallen, D. B., McCoy-Powlen, J. D., et Suarez, M. A. (2018). Grasps for handwriting. Dans S. J. Edwards, D. B. Gallen, J. D. McCoy-Powlen et M. A. Suarez (dir.), *Hand grasps and manipulation skills: Clinical perspective of development and function* (2^e éd.). SLACK Incorporated.

- Falk, T. H., Tam, C., Schwellnus, H., et Chau, T. (2010). Grip force variability and its effects on children's handwriting legibility, form, and strokes. *Journal of Biomechanical Engineering*, 132(11), 1-5. <https://doi.org/10.1115/1.4002611>
- Falk, T. H., Tam, C., Schellnus, H., et Chau, T. (2011). On the development of a computer-based handwriting assessment tool to objectively quantify handwriting proficiency in children. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 104(3), e102-e111. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2010.12.010>
- Feder, K. P., et Majnemer, A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(4), 312-317. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00312.x>
- Fortin, M.-F., et Gagnon, J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche. Méthodes quantitatives et qualitatives*. Chenelière Éducation.
- Graham, S. (2009). Want to improve children's writing? *American Educator*, 33(4), 20-40.
- Graham, S., Berninger, V., Weintraub, N., et Schafer, W. (1998). Development of handwriting speed and legibility in grades 1-9. *The Journal of Educational Research*, 92, 42-52.
- Graham, S., Harris, K. R., Mason, L., Fink-Chorizema, B., Moran, S., et Saddler, B. (2008). How do primary grade teachers teach handwriting? A national survey. *Reading and Writing*, 21, 49-69.
- Karlsdottir, R., et Stefansson, T. (2002). Problems in developing functional handwriting. *Perceptual and Motor Skills*, 94(2), 623-662. <https://doi.org/ezproxy.usherbrooke.ca/10.2466/PMS.94.2.623-662>
- Klein, S., Guiltner, V., Sollereder, P., et Cui, Y. (2011). Relationships between fine-motor, visual-motor, and visual perception scores and handwriting legibility and speed. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 31(1), 103-114. <https://doi.org/10.3109/01942638.2010.541753>
- Koziatek, S. M., et Powell, N. J. (2003). Pencil grips, legibility, and speed of fourth-graders' writing in cursive. *American Journal of Occupational Therapy*, 57(3), 284-288. <https://doi.org/10.5014/ajot.57.3.284>
- Kushki, A., Schwellnus, H., Ilyas, F., et Chau, T. (2011). Changes in kinetics and kinematics of handwriting during a prolonged writing task in children with and without dysgraphia. *Research in Developmental Disabilities*, 32(3), 1058-1064. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.026>
- Lavoie, N., Morin, M.-F., et Labrecque, A.-M. (2015). Le geste graphique chez le scripteur au début de l'école primaire : profil des pratiques pédagogiques et des performances des élèves. *Repères*, 52, 177-197. <https://doi.org/10.4000/reperes.974>
- Mackenzie, N., et Spokes, R. (2018). The why, who, what, when and how of handwriting instruction. *Practical Literacy: The Early & Primary Years*, 23(1), 17-20.
- Medwell, J., et Wray, D. (2007). Handwriting: What do we know and what do we need to know? *Literacy*, 41(1), 10-15. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9345.2007.00453.x>
- Morin, M.-F., Bara, F., et Alamargot, D. (2017). Apprentissage de la graphomotricité à l'école : Quelles acquisitions ? Quelles pratiques ? Quels outils ? *Scientia Paedagogica Experimentalis*, 54(1-2), 47-84.
- Morin, M.-F., Coallier, M., Jasmin, E., St-Denis, L., Corriveau, S., Giguère, D., Santagata, J., Trudeau, A. A., et Couture, M. (accepté). Évaluation de l'écriture manuelle d'élèves franco-québécois de la 3^e à la 6^e année du primaire. *Revue Francophone de Recherche en Ergothérapie*.
- O'Mahony, P., Dempsey, M., et Dilleen, H. (2008). Handwriting speed: Duration of testing period and relation to socio-economic disadvantage and handedness. *Occupational Therapy International*, 15, 165-177. <https://doi.org/10.1002/oti.255>
- Overvelde, A., et Hulstijn, W. (2011). Handwriting development in grade 2 and grade 3 primary school children with normal, at risk, or dysgraphic characteristics. *Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 32(2), 540-548. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.12.027>
- Pollock, N., Lockart, J., Blowes, B., Semple, K., Webster, M., Farhat, L., Jacobson, J., Bradley, J., et Brunetti, S. (2009). *Protocole d'évaluation de l'écriture manuelle* (traduit par P. Archambault et al.). School of Rehabilitation Science, McMaster University.

- Pontart, V., Bidet-Ildeï, C., Lambert, E., Morisset, P., Flouret, L., et Alamargot, D. (2013). Influence of handwriting skills during spelling in primary and lower secondary grades. *Frontiers in Psychology, 4*, 818. <https://doi-org.ezproxy.usherbrooke.ca/10.3389/fpsyg.2013.00818>
- Reisman, J. E. (1999). *Minnesota Handwriting Assessment*. Psychological Corporation.
- Rosenbloom, L., et Horton, M. E. (1971). The maturation of fine prehension in young children. *Developmental Medicine and Child Neurology, 13*(1), 3-8. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1971.tb03025.x>
- Santangelo, T., et Graham, S. (2016). A comprehensive meta-analysis of handwriting instruction. *Educational Psychology Review, 28*(2), 225-265. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9335-1>
- Schneck, C. M., et Case-Smith, J. (2015). Prewriting and handwriting skills. Dans J. Case-Smith (dir.), *Occupational therapy for children* (7^e éd., p. 498-524). Elsevier/Mosby.
- Schneck, C., et Henderson, A. (1990). Descriptive analysis of the developmental progression of grip position for pencil and crayon control in nondysfunctional children. *American Journal of Occupational Therapy, 44*(10), 893-900. <https://doi.org/10.5014/ajot.44.10.893>
- Schwellnus, H., Carnahan, H., Kushki, A., Polatajko, H., Missiuna, C., et Chau, T. (2012a). Effect of pencil grasp on the speed and legibility of handwriting after a 10-minute copy task in Grade 4 children. *Australian Occupational Therapy Journal, 59*(3), 180-187. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1630.2012.01014.x>
- Schwellnus, H., Carnahan, H., Kushki, A., Polatajko, H., Missiuna, C., et Chau, T. (2012b). Effect of pencil grasp on the speed and legibility of handwriting in children. *American Journal of Occupational Therapy, 66*(6), 718-726. <https://doi.org/10.5014/ajot.2012.004515>
- Schwellnus, H., Carnahan, H., Kushki, A., Polatajko, H., Missiuna, C., et Chau, T. (2013). Writing forces associated with four pencil grasp patterns in grade 4 children. *American Journal of Occupational Therapy, 67*(2), 218-227. <https://doi.org/10.5014/ajot.2013.005538>
- Tseng, M. H. (1998). Development of pencil grip position in preschool children. *OTJR: Occupation, Participation and Health, 18*, 207-224. <https://doi.org/10.1177/153944929801800406>
- Tseng, M. H., et Cermak, S. A. (1993). The influence of ergonomic factors and perceptual-motor abilities on handwriting performance. *American Journal of Occupational Therapy, 47*(10), 919-926. <https://doi.org/10.5014/ajot.47.10.919>
- White, S. E. (2020). *Basic and clinical biostatistics* (5^e éd.). Lange Medical Books/McGraw-Hill.
- Yakimishyn, J. E., et Magill-Evans, J. (2002). Comparisons among tools, surface orientation, and pencil grasp for children 23 months of age. *American Journal of Occupational Therapy, 56*(5), 564-572. <https://doi.org/10.5014.ajot.56.5.564>
- Ziviani, J. (1984). Some elaborations on handwriting speed in 7- to 14-year-olds. *Perceptual & Motor Skills, 58*, 534-539.