



HAL
open science

Evaluer et caractériser l'écriture manuscrite dans le Trouble du Spectre de l'Autisme

Anaïs Godde, Raphaële Tsao, Carole Tardif

► **To cite this version:**

Anaïs Godde, Raphaële Tsao, Carole Tardif. Evaluer et caractériser l'écriture manuscrite dans le Trouble du Spectre de l'Autisme. *Enfance*, 2018. hal-01784197

HAL Id: hal-01784197

<https://hal.science/hal-01784197>

Submitted on 3 May 2018

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.

Evaluer et caractériser l'écriture manuscrite dans le Trouble du Spectre de l'Autisme

Mots clés : Trouble du spectre de l'autisme (TSA), écriture, qualité des tracés, vitesse de production, facteurs prédictifs

GODDE A., TSAO R., & TARDIF C.

1. **GODDE Anaïs**, Aix Marseille Univ, PSYCLE EA3273 (Centre de Recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Émotion), Aix-en-Provence, France.

Maison de la Recherche, 29 avenue Robert Schuman, 13100 Aix-en-Provence

anais.godde@univ-amu.fr

2. **TSAO Raphaele**, Aix Marseille Univ, PSYCLE EA3273 (Centre de Recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Émotion), Aix-en-Provence, France.

Maison de la Recherche, 29 avenue Robert Schuman, 13100 Aix-en-Provence

raphaele.tsao@univ-amu.fr

3. **TARDIF Carole**, Aix Marseille Univ, PSYCLE EA3273 (Centre de Recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Émotion), Aix-en-Provence, France.

Maison de la Recherche, 29 avenue Robert Schuman, 13100 Aix-en-Provence

carole.tardif@univ-amu.fr

04 13 55 37 52

Evaluate and characterize handwriting in ASD

Key words: autism spectrum disorders (ASD), handwriting quality, speed of production, predictors

Résumé

Dans le trouble du spectre de l'autisme (TSA, APA, 2013), des difficultés d'écriture sont souvent rapportées par les élèves avec TSA eux-mêmes, les parents, les enseignants, ou les rééducateurs (psychomotriciens, ergothérapeutes), et elles sont également évoquées dans plusieurs témoignages d'adultes avec TSA (Tammet, 2009 ; Williams, 1999). Pourtant, seulement douze recherches extraites d'une revue de la littérature sur le sujet recensent de telles difficultés et tentent de les analyser. Cet article a donc pour objectif de présenter ces travaux qui permettent d'évaluer et de caractériser l'écriture en tant que processus de bas niveau, d'une part, et, d'identifier des facteurs prédictifs de l'écriture, d'autre part. Ces contributions, bien qu'encore peu nombreuses, sont indispensables pour commencer à mieux documenter les difficultés d'écriture des enfants et adultes avec TSA, à travers notamment l'analyse des données issues de tests standardisés et de la tablette graphique, ainsi que l'étude des différents facteurs jouant un rôle sur cette écriture tels que l'intégration visuo-motrice, les capacités motrices, le raisonnement perceptif, et les capacités en lecture. Ces données sont présentées dans cet article à la lumière des douze études dont la contribution permet de réaliser un état de l'art sur le sujet, qui nous conduit ensuite à dégager quelques propositions pour enrichir l'étude de l'écriture dans le TSA.

Abstract

Children with autism spectrum disorder (ASD, APA, 2013) are often reported to have handwriting difficulties, as evidenced by numerous testimonials from parents, teachers as well as therapists (Tammet, 2009; Williams, 1999). Yet, a bibliographic analysis reported a total of twelve researches on this topic. Here our aim was to present different studies that first, allow both the characterization and the evaluation of low-level handwriting processes, and, second, that identify handwriting predictor. The use of standardized tests and as well as a digital tablet allowed us to focus on the different factors playing a role handwriting skills, such as visuo-

motor integration, perceptual reasoning, motor and reading skills. These critical contributions will help to better document handwriting difficulties in children and adults with ASD. In connection with the twelve other studies previously reported, our study allow carrying out a state of the art on the subject, thereby offering new perspective for researches on handwriting in ASD.

Introduction

Le trouble du spectre de l'autisme (TSA selon le DSM-5, APA, 2013) concerne une personne sur 68 (Centers for Disease Control and Prevention, 2014), ce qui en fait un véritable problème de santé publique, recensé parmi les troubles neurodéveloppementaux et caractérisé par un déficit de la communication et des interactions sociales ainsi qu'un caractère restreint, répétitif et stéréotypé des comportements, intérêts ou activités (APA, 2013). Outre ces critères diagnostiques, des difficultés d'écriture ou une dysgraphie sont fréquemment présentes (pour une revue, Kushki, Chau & Anagnostou, 2011), pouvant compromettre la poursuite d'un cursus scolaire puis, par la suite, d'une insertion professionnelle. Or, malgré ce constat, l'écriture reste un champ de recherche peu investigué dans le TSA puisque seuls douze articles pointent des difficultés d'écriture comme nous l'exposerons après avoir défini cette activité spécifique.

L'écriture est donc définie comme une activité complexe, nécessitant de nombreuses années d'apprentissage, et contrainte par une pluralité de processus (Zesiger, 1995 ; Bara & Gentaz, 2010). Ecrire suppose une coordination entre des mécanismes cognitifs et linguistiques, alloués à la production de textes (sémantique, syntaxe et orthographe), et des traitements perceptivo-moteurs, dédiés à la programmation et l'exécution des mouvements (graphomotricité). L'écriture, en tant qu'habileté graphomotrice, est un objet d'étude ayant reçu peu d'attention de la part des chercheurs en psychologie comparativement à d'autres activités relatives au langage écrit comme la lecture ou encore la production écrite. Or, il s'avère que l'écriture manuscrite reste une activité largement sollicitée dans le cadre scolaire (McHale et Cermak, 1992 ; Marr, Cermak, Cohn & Henderson, 2003), et une enquête (Handwriting Without Tears, 2013) menée auprès d'écoliers américains de 5 à 11 ans montre que 25 à 60% de leur temps scolaire quotidien est dédié à des tâches d'écriture manuscrite contre 15 à 22% de leurs temps à des tâches sur supports numériques (tablette, ordinateur, tableau interactif). De surcroît, les mouvements d'écriture jouent un rôle clé dans la représentation et la reconnaissance des

caractères alphabétiques (James et Engelhardt, 2012 ; Longcamp, Zerbato-Poudou et Velay, 2005), et bien que la transcription graphique demande peu d'effort pour le scripteur expert, il n'en est pas de même pour le scripteur présentant des troubles de l'écriture comme dans le TSA. C'est pourquoi, nous avons effectué une recherche bibliographique sur les bases de données PsycArticles/PsycInfo et Google Scholar avec, comme mots clés, « handwriting, dysgraphia » et « autism spectrum disorder, asperger »¹ : douze articles ont été ainsi recensés, étudiant l'écriture manuscrite en termes d'exécution graphomotrice au sein d'une population d'enfants et d'adultes TSA (voir tableau 1). A partir de ces douze articles, nous présentons les outils d'évaluation de l'écriture permettant de caractériser l'écriture d'enfants et adultes avec TSA, et de pointer le rôle de facteurs impliqués dans l'acquisition de l'écriture.

Evaluer l'écriture manuscrite dans le TSA

Parmi les douze articles (recensés dans le tableau 1) qui spécifient l'écriture dans le TSA, huit procèdent à une évaluation de l'écriture à partir du produit final (Rosenblum, Weiss et Parush, 2003), et quatre étudient l'écriture à partir de données spatio-temporelles et cinématiques du tracé obtenues grâce à la tablette graphique. Nous présentons d'abord les études qui analysent la qualité et la rapidité des productions écrites au moyen d'outils standardisés et normalisés d'évaluation de l'écriture, et poursuivons par celles qui prennent appui sur la tablette graphique pour compléter la caractérisation de l'écriture.

Les outils recensés dans ces articles sont les suivants :

¹ « handwriting » : écriture manuscrite ; « dysgraphia » : dysgraphie ; « autism spectrum disorder » : trouble du spectre de l'autisme.

- l'outil d'évaluation de l'écriture manuelle des enfants (Evaluation Tool of Children's Handwriting, ETCH, Amundson, 1995) est utilisé dans les études de Henderson et Green (2001) et Myles *et al.* (2003). Il permet d'évaluer l'écriture cursive d'enfants âgés de 6 à 11 ans en se basant sur la lisibilité et la vitesse lors de diverses tâches : écriture de l'alphabet, de chiffres, copie, dictée et génération de phrases. L'expérimentateur procède à une évaluation globale de la lisibilité en tenant compte de la forme, la taille et l'espace. Il note aussi la tenue du stylo et la préférence manuelle.
- l'évaluation de l'écriture Minnesota (Minnesota Handwriting Assessment, MHA, Reisman, 1999) est le test (MHA) utilisé dans les études de Fuentes, Mostofsky et Bastian (2009, 2010) pour évaluer la lisibilité et la vitesse de l'écriture chez des enfants âgés de 6 à 8 ans, à partir de la copie d'une phrase contenant l'ensemble des lettres de l'alphabet. La lisibilité se mesure à partir de cinq critères : la lisibilité, la forme, la taille, l'espacement et la rectitude des lignes, tandis que le calcul de la vitesse repose sur le nombre de lettres écrites en deux minutes et trente secondes, sur les cinq minutes de durée du test.
- le dépistage systématique des difficultés d'écriture (Systematic Screening of Handwriting Difficulties, SOS, Van Waelvelde, Hellinckx, Peersman et Smits-Engelsman, 2012) est le test utilisé dans l'étude de Hellinckx, Roeyers et Van Waelvelde (2013). Il est basé sur le BHK (Concise Assessment Methods of Children Handwriting, Hamstra-Bletz, de Bie et Den Brinker, 1987) et consiste à copier un texte durant cinq minutes, permettant d'évaluer la qualité des tracés à travers six critères issus du BHK : la fluidité de la formation des lettres, la fluidité des connections entre les lettres, la hauteur des lettres, la régularité dans la hauteur des lettres, l'espacement entre les mots et la rectitude ou la régularité des phrases. La vitesse de production est évaluée à partir du nombre de caractères produits en cinq minutes.

- le subtest de vitesse (« Speed Sub-Test ») du test de Performance en écriture (Handwriting Performance Test, HPT, Ziviani et Elkins, 1984) est utilisé dans les études de Cartmill, Rodger et Ziviani (2009) et Johnson, Papadopoulos *et al.* (2013). Il permet de mesurer la vitesse d'écriture lors d'une tâche de copie de mots « cat and dog », écrit autant de fois que possible pendant deux minutes. Le nombre de caractères produits pendant deux minutes détermine la vitesse moyenne.
- l'évaluation de l'écriture hébraïque (The Hebrew Handwriting Evaluation, HHE, Eres et Parush, 1999) est le test utilisé dans l'étude de Rosenblum, Simhon et Gal (2015) avec la copie de lettres en alphabet hébraïque, la copie d'une courte histoire de 30 mots, et l'écriture d'une courte histoire dictée. Ce test permet d'évaluer la vitesse de l'écriture en mesurant le nombre de lettres produites en une minute, la qualité de l'écriture à partir de la forme des lettres et leur organisation spatiale. Des facteurs ergonomiques tels que la pression, tenue du stylo, posture du corps, position du papier sont également évalués et le nombre d'erreurs d'écriture est relevé.

Outre ces outils d'évaluation de l'écriture, la tablette graphique, autre méthode d'étude, permet une analyse des propriétés temporelles, spatiales et cinématiques des mouvements d'écriture (Albaret & Santamaria, 1996), mesurées par la longueur et la largeur du tracé, la trajectoire du mouvement, la durée des tracés ou encore la pression exercée sur le stylo. Cette approche permet aussi d'identifier les processus cognitifs sous-jacents en jeu dans l'écriture, et même si cette approche est relativement coûteuse au plan méthodologique, elle permet de compléter judicieusement les données obtenues par les outils d'évaluations de l'écriture en affinant la caractérisation de l'écriture.

Caractériser l'écriture manuscrite dans le TSA

Les travaux sur l'écriture, qu'il s'agisse de l'étude de l'acquisition chez l'enfant normo-scripteur ou présentant un trouble neurodéveloppemental, analysent la trace écrite avec deux indicateurs de mesure que sont la *qualité des tracés* et la *vitesse de production*.

Qualité des tracés

Parmi les douze recherches, cinq d'entre elles indiquent un score global de qualité des tracés inférieur chez les enfants (Fuentes *et al.*, 2009; Hellinckx *et al.*, 2013; Myles *et al.*, 2003; Rosenblum *et al.*, 2015) et les adolescents avec TSA (Fuentes *et al.*, 2010) par rapport à des enfants de même âge réel (tous les $d > 0,80$)². Bien que les tests d'évaluation utilisés diffèrent, la qualité des productions est évaluée à partir d'un score composite basé sur plusieurs indices : *la taille des lettres, la constance des tracés, la forme des lettres ou encore la composante spatiale des tracés*.

Pour *la taille des lettres*, certaines études indiquent une écriture de grande taille dans la population TSA (enfants et adultes) (tous les $d > 0,80$), dite macrographique (Beverdors *et al.*, 2001; Hellinckx *et al.*, 2013; Johnson, Phillips *et al.*, 2013; Myles *et al.*, 2003). La macrographie, communément retrouvée chez les enfants en début d'apprentissage, témoigne d'une écriture produite sous le contrôle des informations visuelles et kinesthésiques, caractéristique d'un contrôle rétroactif (Zesiger *et al.*, 2000). La persistance d'une grande taille d'écriture avec l'expertise et l'âge, comme le rapporte l'étude de Beverdors *et al.*, (2001) peut s'expliquer par les difficultés de coordination motrice des personnes avec TSA (Downey et Rapport, 2012). Toutefois, d'autres études montrent que la taille d'écriture des enfants avec

² La taille des effets de chaque variable décrite dans cette étude a été calculée à partir du d de Cohen prenant en compte la moyenne du score obtenu dans chaque groupe pour la variable étudiée, ainsi que l'écart-type combiné. Les seuils suivants sont retenus 0,2 ; 0,5 et 0,8 décrivant respectivement un faible, un moyen et un fort effet. Lorsque ces informations ne sont pas données par les études, les tailles d'effets n'ont pas pu être calculées (Cartmill *et al.*, 2009; Frith, 1991; Henderson et Green, 2001; certaines variables de Johnson *et al.*, 2015; Myles *et al.*, 2003 et Rosenblum *et al.*, 2015).

TSA est comparable à celle d'enfants de même âge réel (Fuentes *et al.*, 2009, 2010; Johnson, Papadopoulos *et al.*, 2013).

Sur *la constance des tracés*, les enfants avec TSA parviennent à maintenir une taille d'écriture constante et uniforme ($d = 0,86$) (Cartmill *et al.*, 2009 ; Rosenblum *et al.*, 2015) notamment lorsque la vitesse est réduite ou en présence d'indices visuels sur le support ($d = 0,51$) (Johnson, Papadopoulos *et al.*, 2013).

Concernant *la forme des lettres* (lettres bien formées, sans traits manquants ou supplémentaires, lisibles ou encore non retouchées ou ambiguës), la majorité des études rapporte la présence de difficultés chez les enfants avec TSA (tous les $d > 0,80$) (Cartmill *et al.*, 2009; Fuentes *et al.*, 2009; Henderson et Green, 2001; Myles *et al.*, 2003). Ce manque de lisibilité est davantage observé lors des productions spontanées plutôt qu'en situation de copie (Henderson et Green, 2001 ; Rosenblum *et al.*, 2015). L'étude de Rosenblum et collaborateurs (2015) ne met pas en avant de différence significative entre les enfants TSA et contrôles au niveau de la forme des lettres, mais soulignent une proportion plus importante de lettres non reconnaissables et retouchées. L'absence de résultats consensuels dans cette littérature peut s'expliquer par la diversité des modes d'appariement et des conditions de recueil de données (tâche de copie versus tâche d'expression écrite) ou encore par le type d'écriture (latin versus hébraïque avec une écriture de droite à gauche et des tracés plus segmentés). En outre, deux études analysent l'évolution de l'écriture avec l'âge, en mesurant les productions écrites d'enfants et adolescents avec TSA (au moyen du MHA, Reisman, 1999) et montrent que la qualité et la lisibilité des productions écrites augmentent au cours du développement.

Au niveau de *la composante spatiale des tracés*, plusieurs études rapportent des difficultés chez les enfants avec TSA sur le plan de l'alignement des lettres (tous les $d > 0,80$) (Hellinckx *et al.*, 2013 ; Myles *et al.*, 2003 ; Rosenblum *et al.*, 2015). Précisons que ces résultats ne se retrouvent pas dans les études de Fuentes *et al.* (2009, 2010), dans lesquelles aucune différence

significative entre les enfants avec TSA et contrôles n'est observée sur l'alignement des lettres. Les différences sur le plan méthodologique peuvent rendre compte de ce manque de consensus. En effet, certaines études ont recours à des feuilles comprenant des lignes d'écriture (Fuentes *et al.*, 2009, 2010; Rosenblum *et al.*, 2015) et d'autres à des feuilles blanches (Hellinckx *et al.*, 2013). Aussi, l'analyse de l'arrangement spatial des tracés (espacement entre les lettres et les mots) indique que les enfants et adolescents avec TSA effectuent moins d'espaces entre les lettres ($d = 0,70$) et entre les mots que les enfants et adolescents contrôles (tous les $d > 0,80$; Fuentes *et al.*, 2010 ; Johnson, Papadopoulos *et al.*, 2013; Rosenblum *et al.*, 2015). De plus, l'espacement entre les mots serait plus variable chez les enfants avec TSA que chez les enfants du groupe contrôle ($d = 0,69$) mais équivalent à ceux des enfants avec un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (Johnson, Papadopoulos *et al.*, 2013). Un mauvais arrangement des lettres et mots ne serait ainsi pas spécifique pour cette population et pourrait davantage provenir de difficultés attentionnelles et proprioceptives, composantes déterminantes pour calibrer la main dans l'espace graphique lors d'une tâche d'écriture (Teasdale *et al.*, 1993).

Vitesse de production

Sur les douze recherches recensées (tableau 1), seules trois études ont mesuré la vitesse de production dans le TSA et font état d'une lenteur au niveau de la transcription graphique. Henderson et Green (2001) décrivent une vitesse de production inférieure chez deux enfants âgés de 9 et 13 ans avec un syndrome d'Asperger par rapport à celle obtenue chez des enfants typiques de même âge réel. L'étude de Hellinckx *et al.* (2013) met aussi en avant une lenteur de production chez des enfants avec TSA âgés de 7 à 12 ans comparativement à des enfants au développement typique appariés sur l'âge réel, le genre et la préférence manuelle ($d = 0,74$). Cartmill *et al.* (2009) ne retrouvent pas ce type de résultat dans une étude menée auprès d'enfants avec TSA, toutefois les auteurs indiquent un lien entre la vitesse d'écriture évaluée avec le subtest de vitesse du HPT et la constance de la formation des lettres. En effet, plus les

enfants avec TSA écrivent rapidement et plus leurs productions de lettres sont variables au niveau la qualité des lettres formées, ce qui n'est pas le cas dans la population contrôle. Ces résultats évoquent les observations de Zesiger concernant les difficultés à conjuguer rapidité et régularité des tracés chez l'enfant dont l'écriture n'est pas encore automatisée (Zesiger, 1995; Zesiger et al., 2000).

Au-delà de ces deux indicateurs de mesure que sont la qualité des tracés et la vitesse de production, issus d'une analyse du produit final, *l'analyse dynamique du tracé* permet de préciser la caractérisation des difficultés d'écriture dans le TSA.

Analyse dynamique du tracé

Parmi les douze articles recensés, trois s'intéressent à l'analyse dynamique du tracé à partir de données recueillies avec une tablette graphique (Johnson *et al.*, 2015; Johnson, Phillips *et al.*, 2013; Rosenblum *et al.*, 2015) enregistrant la trace écrite en temps réel et permettant de récolter des données sur le plan *spatial* (taille verticale et taille horizontale du tracé, trajectoire des mouvements), *temporel* (durée des traits sur le papier, durée des traits en l'air), *cinématique* (vitesse du tracé, fluidité du geste, pics de vélocité, bruit neuromoteur à partir de la densité spectrale de puissance) ainsi qu'au niveau de la pression exercée par le stylo sur la tablette.

L'analyse des *données spatiales* met en avant que la longueur des traits verticaux (tous les $d > 0,80$) et horizontaux (tous les $d > 0,50$) des enfants avec TSA sont significativement supérieures à celle des enfants typiques de même âge chronologique, et ce, qu'il s'agisse de production spontanée ou de copie de texte ou lettre isolée (Rosenblum *et al.*, 2015 et Johnson, Papadopoulos *et al.*, 2013). La trajectoire des mouvements, mesurée par l'inclinaison du tracé, ($d = 0,27$) et leur constance ($d = 0,77$) diffère entre les enfants avec TSA et les enfants témoins, avec des performances inférieures chez les enfants avec TSA. Cette différence s'estompe

lorsque les enfants avec TSA écrivent entre des lignes d'écriture de 10mm et 40mm (Johnson *et al.*, 2015). Ces données soulignent l'effet bénéfique d'indices visuels dans le contrôle de la taille d'écriture des enfants avec TSA.

L'analyse des *données temporelles* met en avant que la durée des tracés est équivalente entre les enfants avec TSA et les enfants du groupe contrôle, avec ou sans lignes d'écriture (10mm) (Johnson *et al.*, 2015 ; Johnson, Papadopoulos *et al.*, 2013). Toutefois, l'utilisation de lignes de 40mm réduit la durée des tracés des enfants avec TSA, les amenant à les effectuer plus rapidement que les enfants témoins ($d = 0,46$). Ces résultats ne corroborent pas ceux de Rosenblum *et al.* (2015) qui montrent une durée des tracés plus élevée chez les enfants avec TSA en comparaison à celle des enfants du groupe contrôle, et ce quelle que soit la tâche proposée (écriture de lettres : $d = 0,61$; copie d'un récit : $d = 0,85$; production spontanée : $d = 0,25$). Ces différences de résultats peuvent s'expliquer par le type d'alphabet utilisé. Johnson *et al.* (2013, 2015) proposent aux enfants de réaliser cinq boucles ou « l » consécutifs en cursive, tracé sans lever facilitant la fluidité du mouvement, tandis que Rosenblum *et al.* (2015) recourent à l'alphabet hébraïque se caractérisant par des graphèmes discontinus. Par ailleurs, seule l'étude de Rosenblum *et al.* (2015) mesure la durée des pauses en l'air dont les résultats indiquent que la durée des levers est supérieure chez les enfants TSA comparativement aux enfants contrôles.

L'analyse des *données cinématiques* montre que l'écriture des enfants avec TSA comportent plus de pics de vitesses (couple accélération/décélération) ($d = 0,84$) mais la fluidité et la vitesse des tracés sont comparables à celles des enfants témoins (Johnson, Phillips *et al.*, 2013). En d'autres termes, l'augmentation des couples d'accélération/décélération du tracé n'a d'impact ni sur la fluidité ni sur la vitesse de réalisation du tracé. Enfin, la densité spectrale de puissance permettant l'analyse de la puissance du bruit neuromoteur durant l'activité d'écriture est également mesurée (DSP ; Johnson *et al.*, 2015 ; Johnson, Phillips *et al.*, 2013 ; Smits-

Engelsman et Van Galen, 1997 ; van Galen, Portier, Smits-Engelsman et Schomaker, 1993). Le bruit neuromoteur va se situer dans les bandes de fréquences élevées reflétées par des fluctuations périodiques du signal causées par des tremblements, des corrections du mouvement, ressemblant aux tremblements physiologiques (Albaret et Santamaria, 1996). Le bruit neuromoteur peut se définir comme la charge motrice dépensée pour réaliser une activité comme l'écriture. Un manque d'inhibition du bruit neuromoteur serait une explication possible de la variabilité du mouvement d'écriture (Smits-Engelsman et Van Galen, 1997). Chez les enfants avec un trouble du spectre de l'autisme, les résultats plaident en faveur de difficultés d'inhibition du bruit neuromoteur et d'erreurs de corrections de la trajectoire du mouvement entraînant des difficultés dans le contrôle de la taille et de la trajectoire du mouvement (Johnson, Phillips *et al.*, 2013). Lorsque des indices visuels sont utilisés, le signal se situe dans une fréquence inférieure, comparable à celle des enfants contrôles, indiquant une amélioration du contrôle du mouvement et de sa trajectoire chez les enfants avec TSA. Les données relatives à la pression exercée sur le stylo ne montrent aucune différence entre les groupes (Rosenblum *et al.*, 2015), bien que le stylo des enfants avec TSA soit moins incliné que dans le groupe témoin (écriture de lettres : $d = 0,79$; copie d'un récit : $d = 0,78$; production spontanée : $d = 0,91$) mais le rôle de l'inclinaison du stylo sur la qualité de l'écriture reste encore à préciser (Rosenblum *et al.*, 2015).

En dehors de l'analyse des mouvements d'écriture chez des enfants et adultes TSA, les facteurs impliqués dans leur écriture ont été également identifiés dans trois études sur les douze recherches de référence.

Les facteurs impliqués dans l'écriture

Les déficits au niveau de la motricité fine, de la perception visuelle et de l'intégration visuo-motrice sont avancés comme de potentiels facteurs explicatifs des difficultés d'écriture (Cartmill *et al.*, 2009; Fuentes *et al.*, 2009, 2010; Hellinckx *et al.*, 2013) observés chez 50% des personnes avec TSA (Mayes et Calhoun, 2007). Les études de Fuentes *et al.* (2009, 2010) ont mesuré les performances motrices d'enfants et d'adolescents avec TSA et contrôles à partir du test Revised Physical and Neurological Examination for Subtle (Motor) Signs (PANESS, Denckla, 1985). Les auteurs notent des performances motrices (marche et équilibre) inférieures ainsi qu'une durée des mouvements plus longues chez les participants TSA. Par ailleurs, de fortes corrélations entre le score en motricité et la qualité d'écriture sont observées seulement chez les enfants TSA. Plus les enfants avec TSA obtiennent un score élevé au PANESS, meilleure est la qualité de leur tracé, notamment au niveau de la formation des lettres.

A l'adolescence, le rôle déterminant de la motricité ne s'observe plus. A cet âge, c'est l'indice de raisonnement perceptif qui est corrélé à la qualité d'écriture. Ce résultat témoigne d'une évolution des stratégies d'écriture avec l'âge.

Pour Johnson *et al.* (2013), les corrélations observées entre la dextérité manuelle et la taille des lettres plaident en faveur du rôle de la coordination de la motricité fine sur la macrographie des enfants avec TSA.

Seule l'étude de Hellinckx *et al.* (2013) a mesuré l'impact de la perception visuelle à l'aide du test d'intégration visuo-motrice (IVM, Beery, Buktenica et Beery, 2004) sur les habiletés d'écriture chez des participants avec TSA. Les résultats n'indiquent aucune corrélation entre la perception visuelle, la qualité et la vitesse d'écriture. Cependant, dans cette expérience seul le subtest constance des formes a été administré aux participants. Les autres domaines de la perception visuelle que sont la discrimination visuelle (identifier si la forme des lettres est

complète), les relations visuo-spatiales (aligner les lettres et les mots correctement) et la mémoire visuelle (séquencer de façon adéquate les lettres) n'ont pas été mesurées. Le rôle de l'intégration visuo-motrice, définie comme la coordination des mouvements entre l'œil et la main, a aussi été étudié notamment par le test d'intégration visuo-motrice (IVM, Beery, Buktenica et Beery, 2004), basé sur l'identification et la copie de formes géométriques. L'étude de Mayes et Calhoun (2007) indique que les scores d'IVM d'enfants TSA sont inférieurs à ceux d'enfants typiques de même âge réel. L'intégration visuo-motrice est donc un facteur prédictif de la qualité des tracés (Hellinckx *et al.*, 2013), facteur contribuant fortement à la formation des lettres tracées. Ces résultats vont dans le sens d'une large contribution de la motricité fine sur le mouvement d'écriture (Johnson *et al.*, 2013).

Pour autant, aucun de ces facteurs ne prédit la vitesse de production. La lenteur d'écriture relevée chez les enfants avec TSA par Hellinckx *et al.* (2013) pourrait s'expliquer par de faibles capacités en lecture. Les tests standardisés évaluant l'écriture sont essentiellement basés sur des tâches de copie de texte où l'enfant doit lire des mots ou des phrases puis les écrire. Si le décodage est coûteux sur le plan attentionnel, on peut supposer qu'il ait un impact sur la réalisation de la tâche d'écriture.

La compréhension verbale est également avancée comme un facteur potentiel de la lenteur d'écriture (Johnson, Papadopoulos *et al.*, 2013). Les problèmes d'attention chez les personnes avec un TSA peuvent aussi expliquer leur difficulté d'écriture. Dans l'étude de Hellinckx *et al.* (2013), réalisée auprès de 70 enfants TSA, 13 ont également un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH). Les résultats révèlent que les enfants qui ont à la fois un TSA et un TDAH ont des scores de qualité d'écriture tendanciellement inférieurs à ceux d'enfants avec un TSA, mais sans TDAH, indiquant que les troubles de l'attention dans l'autisme peuvent également avoir un impact sur les performances en écriture.

Voici donc ce que ces douze articles recensés et analysés mettent en lumière pour commencer à caractériser l'écriture des enfants et adultes avec TSA. Puisque cette activité d'écriture est encore largement prépondérante dans les programmes scolaires des enfants tout au long de leurs parcours, ces premiers travaux suscitent des prolongements.

Vers de nouvelles recherches

Si ces douze recherches ont eu le mérite de s'intéresser à l'écriture, encore très peu documentée dans la population avec TSA, et de l'évaluer pour mieux la caractériser et mettre en exergue ses particularités, le manque de consensus observé dans cette littérature sur l'écriture peut certainement s'expliquer par la diversité des outils d'évaluations ainsi que par la variabilité des profils des enfants avec TSA. Aussi, des travaux pour répliquer ces études relativement isolées seraient bienvenus. De surcroît, des recherches mériteraient notamment d'être développées, à l'instar des travaux menés auprès d'enfants au développement typique, sur les interactions entre les aspects graphomoteurs et linguistiques afin de pouvoir mesurer le rôle des aspects graphomoteurs dans la production écrite chez des enfants et adultes avec TSA. Les travaux initiés par Berninger et collaborateurs (Berninger, 2009 pour une revue) ont en effet mis en évidence le coût cognitif important que représente la transcription graphique pour l'enfant ainsi que son interférence avec les processus de construction et de génération de textes écrits.

Une nouvelle perspective de recherche pourrait concerner l'analyse des mouvements d'écriture chez les enfants, adolescents et adultes avec TSA, afin de voir l'évolution des trajectoires développementales de l'écriture avec l'âge, ce qui permettrait aussi de déterminer si les patterns observés durant l'enfance se retrouvent, ou non, à l'âge adulte.

Pour élargir le champ d'investigation concernant le geste graphomoteur, il serait intéressant d'étudier les capacités des enfants avec TSA dans une autre tâche graphique que l'écriture, à savoir le dessin. En effet, dans le développement typique, de nombreuses études évoquent les

liens entre dessin et écriture, avançant l'idée d'une indifférenciation des deux systèmes chez l'enfant prescripteur (Freeman, 2005 ; Noyer, 2005 ; Noyer et Baldy, 2008). La distinction des deux systèmes de notation est progressive et surviendrait avec l'apprentissage formel de l'écriture (Adi-Japha et Freeman, 2001). L'étude de Noyer et Baldy (2008), réalisée auprès d'enfants âgés de 3 à 6 ans, a mis en exergue des profils d'enfants présentant des retards dans l'élaboration de différentes stratégies de production amenant à la différenciation des systèmes et rendant, par la suite, l'écriture difficile chez les enfants de 6 ans. La détection précoce de potentielles difficultés d'écriture chez des enfants prescripteurs TSA, à partir de leur dessin, pourrait alors s'avérer être une autre piste de recherche prometteuse.

Et, comme toujours dans les travaux avec des populations atypiques, reposant sur des cohortes à effectif variable (cf. tableau 1), des travaux avec des groupes de sujets avec TSA de taille plus importante ou avec des sous-groupes plus homogènes permettraient l'identification de profils de scripteurs, à partir d'indicateurs tels que le degré de sévérité du trouble, le quotient intellectuel ou encore le score en motricité fine et globale.

Les difficultés motrices dans le TSA convoquent également les difficultés rencontrées dans la dyspraxie ou dyspraxie développementale (Hughes, 1996), plus récemment appelé Trouble de l'Acquisition de la Coordination (TAC, DSM-5, APA 2013). Il semble intéressant d'examiner les différences et similitudes de l'écriture au sein de ces deux troubles potentiellement comorbides (TSA/TAC) afin de mieux comprendre les difficultés rencontrées et, à terme, proposer des pistes de remédiation en adéquation avec le profil de l'enfant ainsi mieux spécifié.

Pour terminer, il nous semble crucial de développer des thématiques de recherche relatives aux méthodes d'apprentissage de l'écriture afin d'accompagner au mieux la scolarisation d'enfants et adolescents avec TSA, tant ils sont handicapés dans leur cursus en raison de ce coût très élevé alloué à l'écriture manuscrite dans de nombreuses activités scolaires. Bien souvent, ils ne parviennent à écrire des textes, à prendre des notes, ou encore à copier ou recopier, seulement

au prix de réels efforts et pour un résultat souvent jugé décevant, entraînant ainsi un manque de confiance et une perte de motivation pour l'activité d'écriture, qui plus est lorsqu'elle est contrainte par des exigences de rapidité et d'efficacité, comme c'est bien souvent le cas au cours de la scolarité. Or, à notre connaissance, seule la recherche de Johnson *et al.* (2015) vise à déterminer les bénéfices d'indices visuels pour favoriser le contrôle du mouvement d'écriture chez des enfants avec TSA. Et donc, si l'usage d'indices visuels facilite le contrôle de la taille des lettres, bien d'autres aspects de l'écriture (formation des lettres, arrangement spatial des tracés) sont encore trop faiblement considérés dans les remédiations. Des recherches pourraient être menées pour observer par exemple les effets d'un entraînement visuo-haptique sur les indices spatiaux, temporels et cinématiques de mesure de l'écriture manuscrite, comme cela a été étudié auprès d'enfants au développement typique (pour une revue, Bara et Gentaz, 2011) mais aussi dans le cas de la trisomie 21 (Moy, 2016). A ce titre, il serait intéressant de mesurer l'impact de méthodes d'apprentissage basées sur la perception visuelle des lettres et leur mémorisation afin d'aider les enfants avec TSA à automatiser le geste d'écriture.

Devant les enjeux que représente l'écriture pour tout apprenant en situation scolaire, il semble crucial qu'elle ne soit plus autant un frein pour les élèves et les étudiants avec TSA. Et, face à la somme de travaux portant sur l'écriture dans la population typique, il semble primordial de poursuivre l'investigation de l'écriture d'enfants et adultes avec TSA caractérisée dans cet article à travers douze études recensées, et de contribuer à une meilleure connaissance de leurs particularités d'écriture.

Insérer Tableau 1

Bibliographie

- Adi-Japha, E., & Freeman, N. H. (2001). Development of differentiation between writing and drawing systems. *Developmental Psychology*, 37(1), 101-114.
- Albaret, J. M., & Santamaria, M. (1996). Utilisation des digitaliseurs dans l'étude des caractéristiques motrices de l'écriture : Ecriture. *Evolutions psychomotrices*, (33), 115-119.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Amundson, S. J. (1995). *Evaluation tool of children's handwriting: ETCH examiner's manual*. O.T. KIDS.
- Asperger, H., & Frith, U. (1991). « Autistic psychopathy » in childhood. In *Autism and Asperger syndrome* (p. 37-92). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Bara, F., & Gentaz, E. (2010). Apprendre à tracer les lettres : une revue critique. *Psychologie Française*, 55(2), 129-144.
- Bara, F., & Gentaz, E. (2011). Haptics in teaching handwriting: The role of perceptual and visuo-motor skills. *Human Movement Science*, 30(4), 745-759.
- Beery, K. E., Buktenica, N. A., & Beery, N. A. (1997). *The Beery-Buktenica developmental test of visual-motor integration: VMI, with supplemental developmental tests of visual perception and motor coordination: Administration, scoring and teaching manual*. Modern Curriculum Press.
- Berninger, V. W. (2009). Highlights of programmatic, interdisciplinary research on writing. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24(2), 69-80.
- Beversdorf, D. Q., Anderson, J. M., Manning, S. E., Anderson, S. L., Nordgren, R. E., Felopulos, G. J., & Bauman, M. L. (2001). Brief Report: macrographia in high-

- functioning adults with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(1), 97-101.
- Cartmill, L., Rodger, S. A., & Ziviani, J. M. (2009). Handwriting of eight-year-old children with Autism Spectrum Disorder: An exploration. *Journal of Occupational Therapy, Schools and Early Intervention*, 2(2), 103-118.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2014). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years.
- Denckla, M. B. (1985). Revised neurological examination for subtle signs. *Psychopharmacology bulletin*, 21(4), 773-779.
- Downey, R., & Rapport, M. J. K. (2012). Motor activity in children with autism: A review of current literature. *Pediatric Physical Therapy*, 24(1), 2-20.
- Eres, N., & Parush, S. (1999). *The Hebrew handwriting evaluation*. Israel: School of Occupational Therapy, Faculty of Medicine, Hebrew University of Jerusalem.
- Freeman, N. H. (2005). Motricité de dessin et motricité d'écriture. *Enfance*, Vol. 57(1), 5-10.
- Fuentes, C. T., Mostofsky, S. H., & Bastian, A. J. (2009). Children with autism show specific handwriting impairments. *Neurology*, 73(19), 1532-1537.
- Fuentes, C. T., Mostofsky, S. H., & Bastian, A. J. (2010). Perceptual reasoning predicts handwriting impairments in adolescents with autism. *Neurology*, 75(20), 1825-1829.
- Hamstra-Bletz, E., Bie, J. D., & Brinker, B. D. (1987). *Beknopte beoordelingsmethode voor kinderhandschriften (Une méthode rapide d'évaluation de l'écriture chez l'enfant)*. Lise: Swets & Zeitlinger.
- Handwriting Without Tears. (2013). *Do you know what percentage of the school day is spent doing handwritten work?*

- Hellinckx, T., Roeyers, H., & Van Waelvelde, H. (2013). Predictors of handwriting in children with Autism Spectrum Disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(1), 176-186.
- Henderson, S. E., & Green, D. (2001). Handwriting problems in children with asperger syndrome. *Handwriting Today*, (2), 65-79.
- Hughes, C. (1996). Brief report: Planning problems in autism at the level of motor control. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 26(1), 99-107.
- James, K. H., & Engelhardt, L. (2012). The effects of handwriting experience on functional brain development in pre-literate children. *Trends in neuroscience and education*, 1(1), 32-42.
- Johnson, B. P., Papadopoulos, N., Fielding, J., Tonge, B., Phillips, J. G., & Rinehart, N. J. (2013). A quantitative comparison of handwriting in children with high-functioning autism and attention deficit hyperactivity disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(12), 1638-1646.
- Johnson, B. P., Phillips, J. G., Papadopoulos, N., Fielding, J., Tonge, B., & Rinehart, N. J. (2013). Understanding macrographia in children with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 2917-2926.
- Johnson, B. P., Phillips, J. G., Papadopoulos, N., Fielding, J., Tonge, B., & Rinehart, N. J. (2015). Do children with autism and Asperger's disorder have difficulty controlling handwriting size? A kinematic evaluation. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 11, 20-26.
- Kushki, A., Chau, T., & Anagnostou, E. (2011). Handwriting Difficulties in Children with Autism Spectrum Disorders: A Scoping Review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(12), 1706-1716.

- 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.
- Marr, D., Cermak, S., Cohn, E. S., & Henderson, A. (2003). Fine motor activities in Head Start and kindergarten classrooms. *American Journal of Occupational Therapy, 57*(5), 550-557.
- Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2007). Learning, attention, writing, and processing speed in typical children and children with ADHD, autism, anxiety, depression, and oppositional-defiant disorder. *Child Neuropsychology, 13*(6), 469-493.
- McHale, K., & Cermak, S. A. (1992). Fine motor activities in elementary school: Preliminary findings and provisional implications for children with fine motor problems. *The American Journal of Occupational Therapy, 46*(10), 898-903.
- Moy, E. (2016). *Etude de l'écriture chez l'enfant et l'adulte porteurs de trisomie 21: analyse de la trace écrite et de sa dynamique*. Thèse de Doctorat. Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence.
- Myles, B. S., Huggins, A., Rome-Lake, M., Hagiwara, T., Barnhill, G. P., & Griswold, D. E. (2003). Written language profile of children and youth with asperger syndrome: From research to practice. *Education and Training in Developmental Disabilities, 38*(4), 362-369.
- Noyer, M. (2005). Écrire avant de savoir écrire. *Enfance, 57*(1), 11-23.
- Noyer, M., & Baldy, R. (2008). Acquisition de l'écriture chez les enfants de 3 à 8 ans : étude évolutive transverse. *Bulletin de psychologie, Numéro 497*(5), 449-459.
- Reisman, J. (1999). *Minnesota handwriting assessment*. U.S.: The Psychological Corp.

- Rosenblum, S., Simhon, H. A. B., & Gal, E. (2015). Unique handwriting performance characteristics of children with high-functioning autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*.
- Rosenblum, S., Weiss, P. L., & Parush, S. (2003). Product and Process Evaluation of Handwriting Difficulties. *Educational Psychology Review*, 15(1), 41-81.
- Smits-Engelsman, B. C. M., & Van Galen, G. P. (1997). Dysgraphia in children: lasting psychomotor deficiency or transient developmental delay? *Journal of Experimental Child Psychology*, 67(2), 164-184.
- Tammet, D. (2009). *Je suis né un jour bleu*. Editions 84.
- Teasdale, N., Forget, R., Bard, C., Paillard, J., Fleury, M., & Lamarre, Y. (1993). The role of proprioceptive information for the production of isometric forces and for handwriting tasks. *Acta Psychologica*, 82(1-3), 179-191.
- van Galen, G. P., Portier, S. J., Smits-Engelsman, B. C. M., & Schomaker, L. R. B. (1993). Neuromotor noise and poor handwriting in children. *Acta Psychologica*, 82(1-3), 161-178.
- Van Waelvelde, H., Hellinckx, T., Peersman, W., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2012). SOS: a screening instrument to identify children with handwriting impairments. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 32(3), 306-319.
- Williams, D. (1992). *Si on me touche, je n'existe plus. Le témoignage exceptionnel d'une jeune autiste*. Paris: Ed. J'ai lu.
- Zesiger, P. (1995). *Ecrire : Approches cognitive, Neuropsychologique et Développementale* (1e édition). Paris: Presses Universitaires de France - PUF.
- Zesiger, P., Deonna, T., & Mayor, C. (2000). L'acquisition de l'écriture. *Enfance*, 53(3), 295-304.

Ziviani, J. et Elkins, J. (1984). An evaluation of handwriting performance. *Educ. Rev.* 36: 249-261.

| Etude | Population | Groupe contrôle | Mesures de l'écriture | Autres mesures | Résultats |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Frith (1991) | Autisme 6-10 ans n = 4 | - | Description clinique | - | Faible contrôle du stylo, mauvaise lisibilité et alignement, grande taille |
| Henderson et Green (2001) | ASP 9 – 13 ans n = 2 | - | ETCH = score global | Bruininks-Oseretsky SIPT | Mauvaise lisibilité Lenteur d'exécution |
| Beversdorf et al. (2001) | AHN QI > 85 Age m= 30.8 ± 9.3 n = 13 | Développement typique Apparié sur âge/QI Age m= 30.6 ± 12.8 n = 10 | Mesure verticale de lettres | Niveau d'études | Macrographie chez les adultes AHN |
| Myles et al. (2003) | ASP 8 – 16,4 ans M = 11.7 QI moyen 103 n = 16 | Développement typique Apparié sur âge/genre 8,2 – 16,1 ans M = 11.6 n = 16 | ETCH : lisibilité, forme, alignement, espace et la taille | TOWL-3 | Moins bonnes performances chez les Asperger au niveau de la formation des lettres, de l'alignement et de la taille |
| Fuentes et al. (2009) | TSA QI > 80 8 – 13 ans M= 10.2 ± 1.9 n = 14 | Développement typique Apparié sur âge/QI 8-13 ans M= 11.1 ± 1.3 n = 14 | MHA : Lisibilité, forme, alignement, espace, taille et le nombre de mots écrits | PANESS | Score global de la qualité d'écriture inférieur chez les enfants avec TSA ; moins bonnes formations des lettres. Pas de différence au niveau de la vitesse. Motricité prédictive des difficultés |
| Cartmill et al. (2009) | TSA QI > 85 8 ans n = 28 | Développement typique Apparié sur âge/niveau d'étude/QI 8 ans n = 28 | Précision et constance de la formation des lettres, taille des lettres et vitesse | Kinesthésie, perception visuelle, reconnaissance de lettres et sémantique, | Ecriture des TSA plus lente et moins lisible mais résultats non significatifs. Formation des lettres moins constante. Qualité des tracés corrélée avec orthographe, perception visuelle et mémoire verbale |

| | | | | | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | phonémique, mémoire verbale | |
| Fuentes et al. (2010) | TSA IRP > 90 12–16 ans M=14.4 ± 1.4 n = 12 | Développement typique Apparié sur âge/genre/QI M= 13.8 ± 1.2 n =12 | MHA : Lisibilité, forme, alignement, espace, taille et nombre de mots écrits | PANESS Index de raisonnement perceptif (IRP) | Score global de la qualité d'écriture inférieur chez les adolescents avec TSA ; moins bons espacement entre les lettres et formations des lettres. Pas de différence au niveau de la vitesse. Raisonnement perceptif prédicteur de la qualité |
| Hellinckx et al. (2013) | TSA QI > 80 7 – 12 ans M= 10.49 ± 1.49 n = 69 (13 avec TDAH) | Développement typique Apparié sur âge/genre/préférence manuelle M=10.33 ± 1.23 n=61 | SOS (basé sur BHK) | M-ABC (dextérité manuelle) VMI OMRT | Ecriture moins fluide, moins bonnes connexions entre les lettres, irrégularités dans la hauteur, lettres plus grandes, mauvais alignement spatial. TSA plus lents que le groupe contrôle. Prédicteur de la qualité dans le TSA : âge, genre, préférence manuelle et intégration visuo-motrice Prédicteur de la vitesse dans le TSA : âge, genre, capacité de lecture et dextérité manuelle |
| Johnson, Papadopoulos et al. (2013) | AHN QI > 70 7- 14 ans M= 11.5 ± 1.83 n = 14 | Apparié sur âge/QI TDAH M=11 ± 1.95 n = 14 Développement typique M= 11.08 ± 2.14 n = 21 | (Beverdorsdorf et al., 2001) HPT | M-ABC | Lenteur d'écriture dans l'autisme et TDAH AHN : influence de la compréhension verbale sur la lenteur d'écriture ≠ TDAH : âge et erreurs d'écriture Raisonnement perceptif et habiletés motrices prédisent les erreurs d'écriture ainsi que les petits |

| | | | | | |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | espacements et irréguliers entre les mots chez les AHN. |
| Johnson, Phillips et al. (2013) | TSA : AHN et ASP QI > 75 8 - 13ans M= 11.4 ± 1.64 n = 26 | Développement typique Apparié sur âge/QI M= 10.48 ± 1.52 n = 17 | Copie de lettres « l » en cursive Papier crayon puis tablette graphique | M-ABC | Macrographie : liée à un déficit de la coordination de la motricité fine Trajectoire des mouvements plus variables: liée à un déficit de l'intégration visuo-motrice chez les enfants avec TSA. |
| Johnson et al. (2015) | TSA : AHN et ASP QI > 75 8 – 13 ans M= 11.4 ± 1.64 n = 26 | Développement typique Apparié sur le QI et l'âge M= 10.48 ± 1.52 n = 17 | Copie de lettres « l » en cursive avec lignes de rédaction (10mm ou 40mm) Papier crayon puis tablette graphique | M-ABC | Aucune différence entre les groupes. Guides de rédaction tels que les lignes permettent aux enfants avec TSA de contrôler la taille et l'ampleur du mouvement |
| Rosenblum et al. (2015) | AHN QI > 80 9 - 12 ans M= 10.8 ± 1.18 n = 30 | Développement typique Apparié sur âge/niveau scolaire/genre/préférence manuelle M= 10.98 ± 1.10 n= 30 | HHE Tâche de copie et de production écrite à partir d'une image sur tablette graphique | - | Performances inférieures pour les AHN en comparaison aux typiques à partir de l'analyse du produit et de l'analyse de la dynamique du tracé : plus de pauses en l'air, des lettres plus grandes, durée de traits plus longue. |

AHN : Autisme de Haut Niveau ; ASP : Syndrome d'Asperger ; TSA : Trouble du Spectre de l'autisme ; Développement : développement ; ETCH : Evaluation Tool of Children's Handwriting ; MHA : Minnesota Handwriting Assessment ; HPT : Handwriting Performance Test ; SOS : Systematic Screening of Handwriting; PANESS : Physical and Neurological Examination for Subtle (Motor) Signs; SIPT: Sensory Integration and Praxis Test; TOWL: Test Of Written Language; M-ABC: Batterie d'évaluation du mouvement chez l'enfant; HHE : The Hebrew Handwriting Evaluation

Tableau 1. Résumé des études sur l'écriture dans le troubles du spectre de l'autisme, repris de Kushki *et al.* (2011) et complété.