

## **Le rendement dans l'utilisation du clavier d'ordinateur pour écrire chez les personnes ayant un trouble du spectre de l'autisme**

### **Performance using a computer keyboard for writing among persons with an autism spectrum disorder**

*Claire Dumont, Université du Québec à Trois-Rivières*

*Priscilla Boyer, Université du Québec à Trois-Rivières*

#### **Résumé**

Les personnes ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) ont fréquemment des problèmes graphomoteurs. Ces difficultés ont à leur tour des répercussions sur de nombreuses occupations, le rendement scolaire et le développement de la personne. Dans cette situation, l'écriture avec un clavier peut s'avérer une alternative pertinente. Cette étude vise à décrire le rendement des enfants ayant un TSA dans leur réalisation de tâches avec le clavier d'ordinateur et de le comparer à celui des enfants à développement typique. Le *Test du rendement dans l'utilisation de l'ordinateur* a été administré à un échantillon de 53 enfants âgés de 6 à 15 ans ayant un TSA. Les résultats suggèrent qu'ils peuvent avoir un rendement équivalent, supérieur ou inférieur en fonction de leurs caractéristiques et du type de tâche. Le test permet également d'observer plusieurs particularités de leurs processus d'apprentissage. Des suggestions pour l'amélioration des connaissances et des pratiques en découlent.

#### **Abstract**

Persons with an autism spectrum disorder (ASD) frequently have graphomotor problems. These difficulties in turn have repercussions on numerous tasks, on academic performance and on personal development. In this situation, writing using a keyboard can be a relevant alternative. This study aims to describe the performance of children with an ASD in performing tasks using a computer keyboard and to compare it with that of children whose development is typical. The Performance using a computer test was administered to a sample of 53 children with an ASD, aged 6 to 15. Findings suggest that they can offer an equal, superior or inferior performance depending on their characteristics and on the type of task performed. The test also allows the observation of several characteristics in their learning processes. Suggestions for the improvement of the knowledge base and practices follow.

## **Introduction et problématique**

Le trouble du spectre de l'autisme (TSA) est un trouble neurodéveloppemental qui se manifeste par certaines combinaisons de difficultés dans les interactions sociales ainsi que des intérêts et des activités limités et restreints associés à des comportements répétitifs (American Psychiatric Association (APA), 2013; Mottron, 2004). Les niveaux d'atteinte peuvent être très variés (APA, 2013). Il inclut fréquemment des problèmes sensoriels, moteurs et praxiques qui peuvent nuire à la marche, à la posture, à l'écriture, aux activités de motricité fine, à la parole et à la production des expressions faciales (Fournier, Hass, Naik, Lodha et Cauraugh, 2010; VanBergeijk, Klin et Volkmar, 2008). Les problèmes moteurs, sensoriels et praxiques peuvent être une source de stress importante et peuvent être accompagnés de problèmes de comportement. Un retard intellectuel, des difficultés d'attention, de l'hyperactivité et des difficultés d'apprentissage peuvent également être observés (Sinzig, Morsch et Lehmkuhl, 2008). L'ensemble de ces facteurs fait qu'un large spectre de niveau de fonctionnement peut être observé parmi les personnes ayant ce diagnostic, d'un fonctionnement équivalent à celui des personnes neurotypiques à un fonctionnement très limité nécessitant du soutien et un encadrement constants (APA, 2013).

### **Les difficultés graphomotrices des jeunes ayant un TSA et leurs conséquences**

Cette étude porte sur l'utilisation du clavier d'ordinateur, en réponse à des problèmes de graphomotricité observés chez certains enfants ayant un TSA qui sont souvent, mais non exclusivement, associés à des problèmes sensorimoteurs ou praxiques (Ashburner, Ziviani et Pennington, 2012; Hellinckx, Roeyers et Van Waelvelde, 2013; Johnson, Phillips, Papadopoulos, Fielding, Tonge et Rinehart, 2013; Kushki, Chau et Anagnostou, 2011; Palsbo et Hood-Svivek, 2012). Les écrits rapportent que, chez les personnes ayant un TSA, les difficultés de graphomotricité sont principalement sur le plan de la lisibilité, de l'espacement, de la régularité du tracé ainsi que de la lenteur d'exécution (Hellinckx et coll., 2013; Johnson et coll., 2013; Kushki et coll., 2011). Ces auteurs rapportent également que le mouvement est moins fluide chez les enfants présentant un TSA que chez les enfants ayant un développement typique et que les lettres sont généralement plus grandes. Cette incapacité a des répercussions importantes sur les apprentissages, le rendement ou le succès scolaire (Broun, 2009), et à leur tour, ces éléments peuvent affecter le comportement (Broun, 2009), l'estime de soi (Harter, 1993; Martinot, 2001) de même que l'autonomie et l'engagement (Ashburner, Ziviani et Pennington, 2012; Broun, 2009; Forgrave, 2002; MacArthur, 2000; Vaivre-Douret, 2007; VanBergeijk, Klin et Volkmar, 2008).

### **Crayon ou clavier?**

En écriture, les problèmes de graphomotricité nuisent à l'exécution du tracé des signes graphiques et à son automatisé (Bara et Morin, 2009). Or, les ressources attentionnelles exigées lors d'une tâche d'écriture doivent rapidement être libérées afin que l'élève puisse concentrer son attention sur les autres aspects de la langue. Les conclusions de l'étude de Morin, Lavoie et Montésinos-Gelet (2012) sur l'apprentissage des styles d'écriture sont éclairantes à cet effet. Les chercheuses observent que l'enseignement de deux styles d'écriture (script en première année et cursive en deuxième année) retarde la progression des habiletés orthographiques des élèves du premier cycle du primaire par rapport à ceux qui ont reçu l'enseignement d'un seul

style d'écriture, ce qui nous laisse croire que les problèmes d'automatisation du tracé rencontrés par les personnes ayant un TSA peuvent avoir des répercussions importantes sur leur apprentissage de l'écriture. D'un côté, chez les jeunes élèves à développement typique, le tracé au crayon semble favoriser la mémorisation d'un dessin ou d'une lettre (Longcamp, Lagarrigue et Velay, 2010; Martin, Amigues et Velay, 2007; Velay, Longcamp et Zerbato-Poudou, 2004), ce qui faciliterait la reconnaissance visuelle des lettres. De l'autre côté, les efforts déployés pour former les lettres par les jeunes ayant des problèmes de graphomotricité ne peuvent être investis pour d'autres apprentissages (Daiute, 1983). En effet, Barendse et ses collaborateurs (2013) ainsi que Chukoskie, Townsend et Westerfield (2013) ont identifié des difficultés sur le plan de la mémoire de travail chez les personnes autistes. Si les mouvements nécessaires au tracé ne sont pas encodés dans la mémoire motrice, l'enfant doit faire un effort conscient et mobiliser ses fonctions cognitives sur la graphomotricité. Il est donc moins disponible sur les éléments entourant la situation d'écriture, telle que la composition, l'orthographe, la grammaire et l'esthétique (Broun, 2009). Une trop grande insistance pour l'apprentissage de l'écriture manuscrite pourrait donc nuire aux enfants ayant des difficultés graphomotrices (Broun, 2009).

### **L'apport des technologies informatiques**

Les technologies informatiques peuvent être utilisées comme aide pour contrebalancer certaines difficultés et l'ordinateur peut devenir un moyen de compensation pour des activités tels l'écriture, le jeu, le coloriage et la prise de notes (Ashburner, Ziviani et Pennington, 2012; Broun, 2009; Vaivre-Douret, 2007; VanBergeijk, Klin et Volkmar, 2008). En effet, il est plus facile d'utiliser un clavier que de manipuler un crayon pour former les lettres (Broun, 2009) et l'utilisation d'un traitement de texte constitue un avantage, même pour les personnes à développement typique (Goldberg, Russell et Cook, 2003). Dans cet ordre d'idées, de nombreuses études ont évalué l'efficacité de l'utilisation des technologies informatiques dans l'apprentissage de l'écriture pour les personnes ayant un TSA (Fletcher-Watson, 2014; Grynszpan, Weiss, Perez-Diaz et Gal, 2014; Khowaja et Salim, 2013; Pennington, 2010; Ramdoss et al., 2011; Smith, Spooner et Wood, 2013; Vaivre-Douret, 2007; Travers et al., 2011; VanBergeijk, Klin et Volkmar, 2008; Whalen et al., 2010). Plusieurs de ces études sont de faible niveau d'évidence et des résultats variables sont obtenus, notamment en raison du large spectre des niveaux d'atteinte des participants. De plus, la variabilité des devis, des échantillons et les faiblesses méthodologiques rendent difficile la formulation de conclusions dans les revues systématiques (Fletcher-Watson, 2014). La plupart des auteurs recommandent de poursuivre les études sur l'utilisation des technologies informatiques pour ces personnes, étant donné les résultats prometteurs dans certains contextes d'utilisation. Par contre, Grynszpan et ses collaborateurs (2014) concluent à l'efficacité des interventions utilisant les technologies à la suite de leur métaanalyse. Aucune de ces études ne s'est toutefois intéressée directement à l'utilisation de l'ordinateur pour faciliter les productions graphiques ou compenser les troubles d'écriture d'origine graphomotrice.

Il semble ainsi nécessaire d'améliorer nos connaissances au sujet des productions écrites des jeunes ayant un TSA qui ont des problèmes de graphomotricité. Pour proposer aux intervenants œuvrant auprès de jeunes ayant un TSA le remplacement de l'écriture manuscrite par le clavier d'ordinateur, encore faut-il s'assurer de problèmes de graphomotricité persistants et significatifs. Ces problèmes devraient être suffisamment importants pour nuire à l'automatisation du tracé des lettres et constituer un frein à l'expression écrite. De plus, le rendement dans l'écriture à

l'ordinateur doit être supérieur à celui obtenu avec le papier et le crayon (Ashburner, Ziviani et Pennington, 2012; Freeman, MacKinnon et Miller, 2005). L'intérêt d'évaluer le rendement des personnes ayant un TSA dans leur utilisation des technologies informatiques pour écrire en découle.

### **Objectifs de la recherche**

Le rendement dans l'utilisation de l'ordinateur a été étudié auprès de personnes ayant des déficiences motrices ou visuelles, mais jamais auprès des personnes ayant un TSA (Dumont et Mazer, 2008; Vincent, Dumont, Bouchard et Lespérance, 2003). À titre de question de recherche, il est ainsi possible de se demander comment leurs incapacités se répercutent sur leur rendement dans l'utilisation de l'ordinateur. L'objectif principal de cette étude est ainsi d'évaluer le rendement des personnes ayant un TSA dans leur utilisation des technologies informatiques pour écrire. Les sous-objectifs sont : 1) de décrire les particularités du rendement des jeunes ayant un TSA dans leur utilisation du clavier pour écrire et, 2) de le comparer à celui des jeunes à développement typique. Cette information peut être utile aux intervenants pour recommander les meilleurs outils aux personnes ayant un TSA afin de favoriser leur développement, leur apprentissage de la littératie, leur autonomie et leur participation sociale. Cette étude peut donc apporter une contribution sur le plan de nouvelles connaissances dans le domaine des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement et l'apprentissage des élèves ayant un TSA.

### **Méthode**

Il s'agit d'un devis de recherche descriptif, comparatif et exploratoire.

### **Instrument de mesure et outils de collecte de données**

Le *Test du rendement dans l'utilisation de l'ordinateur* (Dumont et Mazer, 2013; Dumont et Mazer, 2012; Dumont, 2012) est utilisé pour cette étude. Il comprend une série de tâches standardisées et chronométrées pour lequel des données comparatives ou normatives sont disponibles pour les groupes d'âge de 5 à 10 ans, de 6 mois en 6 mois (Dumont et Mazer, 2013), pour les jeunes de 10 et 11 ans et pour les plus de 12 ans ou les adultes (Dumont, 2012; Dumont et Mazer, 2012). Il existe une version pour adultes et une version pour enfants. La version pour enfants est utilisée pour les enfants de 5 à 10 ans et la version pour adultes peut être utilisée à partir de l'âge de 10 ans. L'examineur choisit la version du test ou les tâches en fonction de l'âge réel et de l'âge développemental de la personne évaluée. Le test pour enfants comprend cinq tâches standardisées et chronométrées au clavier et cinq tâches standardisées et chronométrées avec la souris. La version pour adultes propose huit tâches standardisées et chronométrées au clavier et sept tâches standardisées et chronométrées avec la souris. L'administration standardisée du test prévoit d'effectuer deux essais chronométrés pour chaque tâche. Par exemple, il s'agit, pour les enfants, de taper les voyelles (EC-2) ou taper l'alphabet (EC-3). Pour les adultes, il leur est demandé de taper des mots (C-2) ou des phrases (C-3) (voir l'annexe A). Pour chaque tâche, l'examineur doit noter ses observations lors de l'administration du test : type et nombre de fautes ou d'erreurs, reprises, difficultés rencontrées, habiletés motrices et procédurales, commentaires, réactions, collaboration avec l'examineur et

toute information pertinente en rapport avec l'exécution de la tâche. Ces observations sont de nature qualitative.

Les qualités métrologiques des deux versions du test ont été démontrées. En effet, sur le plan de la fidélité test-retest, les coefficients de corrélation intra classes sont égaux ou supérieurs à 0,7 pour toutes les tâches (Dumont et Mazer, 2008 ; Dumont, Vincent et Mazer, 2002). Sur le plan de la cohérence interne, les coefficients alpha de Cronbach varient entre 0,85 et 0,9 (Dumont et Mazer, 2008 ; Dumont, Vincent et Mazer, 2002). Sur le plan de la validité de construit, les analyses factorielles démontrent que trois composantes principales expliquent la presque totalité de la variance (83,9% chez les enfants et 89,6% chez les adultes). Le test permet de discriminer des groupes connus en fonction de l'âge et de la présence d'incapacités (Dumont et Mazer, 2008 ; Dumont, Vincent et Mazer, 2002).

L'administration du test prend environ une demi-heure, pouvant aller jusqu'à 3/4 d'heure en fonction de la rapidité de la personne. Le test fournit un formulaire de collecte de données qui inclut une section pour noter les observations. Des données sociodémographiques, personnelles et contextuelles sont recueillies sur une grille spécifique. La version complète du test est disponible sur le site Web de l'auteure principale (Dumont, 2012). Dans cette étude, seules les tâches au clavier de ce test sont utilisées (voir l'annexe A) et le test est administré une fois à chaque participant.

### **Population, échantillon, critères de sélection, recrutement et procédures**

La population cible est constituée de personnes ayant un diagnostic de TSA, âgées entre 6 et 15 ans, fréquentant le milieu scolaire, ayant acquis au moins la connaissance de l'alphabet et avec un niveau intellectuel permettant la compréhension des consignes du test. Ces caractéristiques correspondent à des connaissances en lecture et écriture au moins du niveau de mi ou fin de maternelle. Deux établissements de réadaptation offrant des services aux personnes ayant un TSA ont collaboré au projet. Au moment de l'étude, deux cent vingt personnes recevant des services dans ces établissements répondaient aux critères de sélection. Une lettre d'invitation à participer au projet a été envoyée à 150 de ces personnes choisies au hasard dans ces listes. Ceux qui acceptaient de participer retournaient un coupon-réponse dans une enveloppe préadressée et préaffranchie où ils indiquaient les coordonnées pour communiquer avec eux et les meilleurs moments pour les rejoindre. Un rendez-vous était fixé par téléphone. La rencontre durait au maximum une heure et avait lieu à l'endroit et au moment qui convenait le mieux, soit la résidence familiale ou l'école. Au moins un des parents était présent lors de l'administration du test à domicile. À l'école, seul l'examineur était présent avec le participant, le test était administré dans une salle pouvant être utilisée pour des rencontres individuelles.

### **Variabes**

La variable dépendante est le temps chronométré pour accomplir chaque tâche. Les données personnelles recueillies constituent les variables descriptives, soit le sexe, le niveau de scolarité et le type de fréquentation scolaire (école régulière ou spécialisée).

## **Analyses**

Les données descriptives sont obtenues pour chaque tâche (moyenne et mesures de dispersion). La comparaison des résultats avec les normes ou les groupes de référence est effectuée au moyen du test t pour échantillon indépendant. Les comparaisons sont faites pour chaque tâche individuellement. Une comparaison est également effectuée en calculant pour chaque participant à combien d'écarts types de la moyenne se situe son résultat. Les observations faites lors de l'administration du test sont transcrites puis regroupées par thème et analysées en suivant une procédure d'analyse qualitative (Huberman et Miles, 2003).

## **Aspects éthiques**

Le consentement des participants était donné par les parents ou le tuteur. Le projet a reçu l'autorisation du comité d'éthique des établissements participants ainsi que de l'Université du Québec à Trois-Rivières.

## **Résultats**

### **Description de l'échantillon**

L'échantillon se compose de 53 participants présentant un TSA. Le taux de participation est de 35%. L'âge des participants varie entre 6 et 15 ans, pour une moyenne d'un peu plus de 10 ans. L'âge se répartit en fonction des groupes suivants : 23 (43%) ont moins de 10 ans, 9 (17%) ont entre 10 et 12 ans et 21 (39%) ont 12 ans et plus. Près de la moitié des participants fréquente une école régulière, parfois avec du soutien pédagogique. Le tableau 1 décrit les participants présentant un TSA en fonction des variables et des caractéristiques documentées.

La version pour enfants a été administrée à 26 (49%) participants, la version pour adultes à 19 (36%) participants et 8 (15%) enfants ont pu réaliser des tâches tirées des deux versions du test. Le test pour enfants a été administré à certains enfants âgés de plus de 10 ans (n=8), car il correspondait mieux à leurs capacités que le test pour adulte, trop difficile pour eux. De plus, certains enfants qui avaient presque 10 ans ont effectué le test pour adultes (n=3).

### **Statistiques descriptives pour chacune des tâches**

Le tableau 2 présente les statistiques descriptives des résultats obtenus par les participants de 6 à 9,9 ans ayant effectué les tâches du test pour enfants; le tableau 3 présente les résultats obtenus par les participants de 9,9 à 11,9 ans ayant effectué les tâches du test pour adultes; le tableau 4 présente les résultats obtenus par les participants de 12 ans et plus ayant effectué les tâches du test pour adultes. Le nombre de participants varie d'une tâche à l'autre compte tenu du fait que certains n'ont pas été en mesure de compléter certaines tâches, car ils ne possédaient pas les habiletés nécessaires pour le faire. De plus, certains participants n'ont pas réalisé le deuxième essai. Le nombre de participants au second essai est donc en général plus faible.

Tableau 1  
*Description de l'échantillon*

Variables et catégories		Participants (n=53)	Pourcentage (%)
Genre			
	Masculin	42	79,24
	Féminin	11	20,75
Âge			
	6 à 6,99	10	18,87
	7 à 7,99	2	3,77
	8 à 8,99	3	5,66
	9 à 9,99	8	15,09
	10 à 11,99	9	16,98
	12 à 15	21	39,62
Cheminement scolaire			
	École spéciale	3	5,66
	Classe adaptée/spéciale	25	47,17
	Classe régulière avec soutien individuel	12	22,64
	Classe régulière	13	24,53
Lieu d'administration du test			
	Domicile	42	79,24
	École	11	20,75

Tableau 2  
*Résultats en secondes obtenus auprès des participants de 6 à 9,9 ans ayant effectué les tâches du test pour enfants*

Tâche	N	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum
EC-1 essai 1	20	30,73	10,98	18,40	55,84
EC-1 essai 2	18	30,11	7,94	19,09	48,60
EC-2 essai 1	19	23,42	16,24	5,15	70,59
EC-2 essai 2	17	19,21	14,93	4,22	60,06
EC-3 essai 1	18	72,41	53,69	18,72	208,78
EC-3 essai 2	12	63,80	46,54	24,75	174,25
EC-4 essai 1	19	34,19	26,55	8,66	94,28
EC-4 essai 2	16	23,84	15,14	6,28	59,94
EC-5 essai 1	15	70,09	38,21	27,57	150,43
EC-5 essai 2	11	59,34	42,03	18,94	145,73

Tableau 3

*Résultats en secondes obtenus auprès des participants de 9,9 à 11,9 ans ayant effectué les tâches du test pour adultes*

Tâches	C-1		C-2		C-3		C-4		C-5	
	essai 1	essai 2								
n	9	8	7	3	8	7	8	4	4	3
Moyenne	39,39	35,75	106,90	106,58	80,07	74,39	35,38	32,39	111,72	105,33
Écart type	40,25	41,10	38,75	21,46	29,78	25,14	16,63	13,01	38,52	33,69
Minimum	10,78	9,59	67,41	92,00	37,21	32,31	18,90	20,81	61,47	66,47
Maximum	141,60	136,47	162,63	131,22	118,18	110,19	73,13	49,90	154,69	126,32

Tableau 4

*Résultats en secondes obtenus auprès des participants de 12 à 15 ans ayant effectué les tâches du test pour adultes*

Tâches	C-1		C-2		C-3		C-4		C-5		C-7	
	essai 1	essai 2										
n	20	18	13	11	17	16	15	14	14	10	7	7
Moyenne	35,48	33,27	93,53	75,87	82,51	74,08	28,69	22,91	100,51	79,62	30,83	26,19
Écart type	25,67	22,27	55,07	37,15	42,41	38,33	16,25	8,86	38,09	34,26	10,30	5,22
Minimum	10,28	10,28	22,66	22,22	16,56	21,87	10,91	10,81	42,69	42,12	22,35	19,88
Maximum	100,32	86,10	227,00	131,14	169,06	151,25	74,20	44,94	168,75	156,91	47,44	34,28

\*

Dans 208 enfants-tâches sur 252 (82%), les deux essais chronométrés ont été réalisés. Toutefois, dans plusieurs situations, le rendement au second essai était inférieur à celui obtenu au premier essai, soit pour 61 enfants-tâches sur 208 (29%). Le deuxième essai de la tâche EC-1 (déplacer le curseur avec les flèches) était particulièrement moins bon pour les enfants de moins de 10 ans, puisque 47,1% des enfants ont réalisé la tâche plus lentement au deuxième essai. Il s'agit de la seule tâche au clavier qui ne fait pas appel à la connaissance des lettres, contrairement aux quatre autres tâches pour enfants. De plus, pour certaines tâches parmi les plus longues et les plus difficiles, plusieurs enfants n'ont pas effectué le deuxième essai, soit particulièrement pour les tâches EC-3 (Alphabet), EC-5 (Mots), C-2 (Mots) et C-5 (Doubles touches et particularités du clavier français). Parmi les enfants qui n'ont pas fait le deuxième essai, certains avaient quand même obtenu de bons résultats lors du premier essai.

### **Comparaison des résultats obtenus par les participants de cette étude à ceux des enfants à développement typique**

**Comparaisons utilisant le test pour enfants.** À des fins de comparaison, les résultats obtenus par les participants de cette étude sont comparés aux résultats obtenus dans le cadre d'études antérieures auprès d'enfants à développement typique, désormais EDT (Dumont, 2012; Dumont et Mazer, 2013). Ainsi, les résultats obtenus par les participants qui ont effectué le test pour enfants sont comparés à ceux obtenus par un échantillon composé de plus de 450 EDT âgées entre 6 et 9,9 ans, c'est-à-dire ne présentant pas de TSA ou d'incapacité pouvant interférer avec l'utilisation de l'ordinateur. Les résultats des participants âgés entre 9,9 et 11,9 ans ayant complété la version pour adultes du test sont, quant à eux, comparés aux résultats obtenus par un échantillon composé de 40 EDT âgés entre 10 et 12 ans (Dumont, 2012). Enfin, les résultats obtenus par les participants âgés de 12 ans et plus ayant complété la version pour adultes du test sont comparés aux résultats obtenus par des participants adultes dans les études antérieures.

Les analyses comparatives du test pour enfants sont réalisées avec le test t pour échantillons indépendants à variance égale ou inégale selon le cas (tableau 5). Les résultats démontrent des différences statistiquement significatives entre les participants de 6 à 15 ans ayant un TSA qui ont réalisé les tâches du test pour enfants et les EDT de 6 à 9,9 ans dans quatre tâches/essais sur dix, le groupe des EDT ayant un rendement supérieur (temps plus courts) dans trois tâches/essais sur dix et le groupe des enfants ayant un TSA ayant un rendement supérieur dans une tâche/essai (EC-1 essai 1) sur dix. Si on compare le rendement des enfants de 6 à 9,9 ans ayant un TSA à celui des EDT du même âge (on exclut les huit enfants de plus de 10 ans ayant un TSA), les différences sont statistiquement différentes pour cinq tâches/essais sur dix, les EDT ayant un meilleur rendement (EC-2 essai 1,  $p = 0,02$ ; EC-2 essai 2,  $p = 0,047$ ; EC-4 essai 1,  $p = 0,036$ ; EC-4 essai 2,  $p = 0,018$ ; EC-5 essai 1,  $p = 0,003$ ). Quand on regroupe les résultats des tâches EC-3 et C-1 qui sont identiques (écrire l'alphabet), les différences entre les moyennes des deux groupes ne sont pas statistiquement significatives (désignées sous l'appellation Alpha 1 pour le premier essai et Alpha 2 pour le second dans le tableau 5).

Tableau 5

*Comparaison des résultats obtenus par les enfants ayant un TSA (tous les âges) avec les enfants à développement typique (EDT) de 6 à 9,9 ans*

Tâche	Groupe	N	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum	Test t (p)
EC-1 essai 1	EDT	456	34,02	10,51	4,00	96,00	<b>0,012</b>
	TSA	30	29,04	10,26	18,03	55,84	
EC-1 essai 2	EDT	424	31,04	8,54	3,00	73,44	0,149
	TSA	27	28,59	8,40	16,35	48,60	
EC-2 essai 1	EDT	454	13,86	9,31	3,63	69,47	<b>0,012</b>
	TSA	26	24,36	17,73	5,15	70,59	
EC-2 essai 2	EDT	429	11,40	7,78	3,33	65,06	<b>0,028</b>
	TSA	23	19,59	16,59	4,22	63,19	
EC-3 essai 1 Alpha 1	EDT	395	54,20	31,13	14,92	238,06	0,121
	TSA	26	70,83	49,17	18,72	208,78	
	TSA	47	50,02	43,76	10,28	208,78	
EC-3 essai 2 Alpha 2	EDT	357	44,38	24,33	13,47	167,24	0,120
	TSA	19	62,27	44,85	19,06	174,25	
	TSA	39	43,06	37,28	9,59	174,25	
EC-4 essai 1	EDT	432	20,28	14,34	3,31	92,87	<b>0,030</b>
	TSA	26	32,08	25,82	8,56	94,28	
EC-4 essai 2	EDT	402	16,85	11,44	3,11	77,23	0,070
	TSA	22	24,07	15,90	6,28	59,94	
EC-5 essai 1	EDT	371	51,75	29,21	10,70	198,60	0,053
	TSA	22	80,88	66,32	23,59	324,12	
EC-5 essai 2	EDT	338	46,55	25,61	12,22	184,00	0,462
	TSA	16	51,49	38,08	18,94	145,73	

Il est ainsi possible d'affirmer que les enfants ayant un TSA qui réussissent les tâches obtiennent des rendements se rapprochant de ceux des EDT, mais ont parfois un rendement équivalent à celui d'enfants plus jeunes qu'eux.

**Comparaisons utilisant le test pour adultes.** Les moyennes des enfants ayant un TSA de 9,9 à 11,9 ans sont d'abord comparées avec celles des EDT du même âge ( $n = 40$ ) au moyen du test t pour échantillons indépendants. Il est à noter que les résultats normatifs n'étaient pas disponibles pour la tâche C-2 et cette comparaison n'a ainsi pas pu être effectuée. Ceux de 12 ans et plus sont comparés avec les moyennes du groupe de personnes adultes sans incapacité, dont le nombre varie entre 19 et 49 selon les tâches (Dumont, 2012). Les résultats des analyses avec le test t sont illustrés à la figure 1. On note que les EDT ou les adultes sans incapacité ont toujours une moyenne inférieure (donc un meilleur rendement) comparativement à ceux ayant un TSA, sauf pour la tâche C-7 (déplacer le curseur avec les flèches) qui ne nécessite pas l'emploi des touches de l'alphabet.

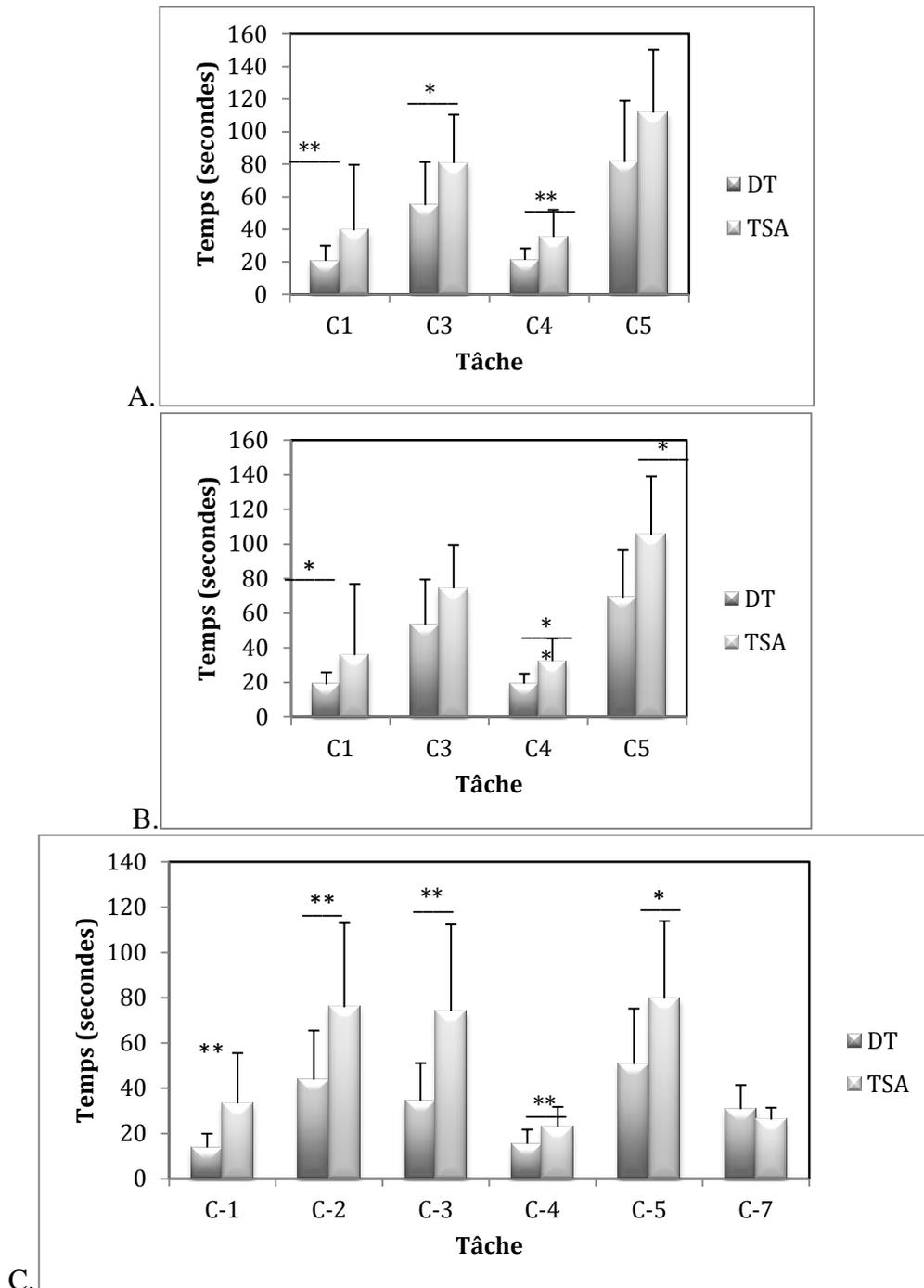


Figure 1. Comparaison des moyennes obtenues en secondes par les enfants de 9,9 ans et plus aux tâches du test pour adultes

A) Moyennes et écarts types des enfants de 9,9 à 11,9 ans pour l'essai 1

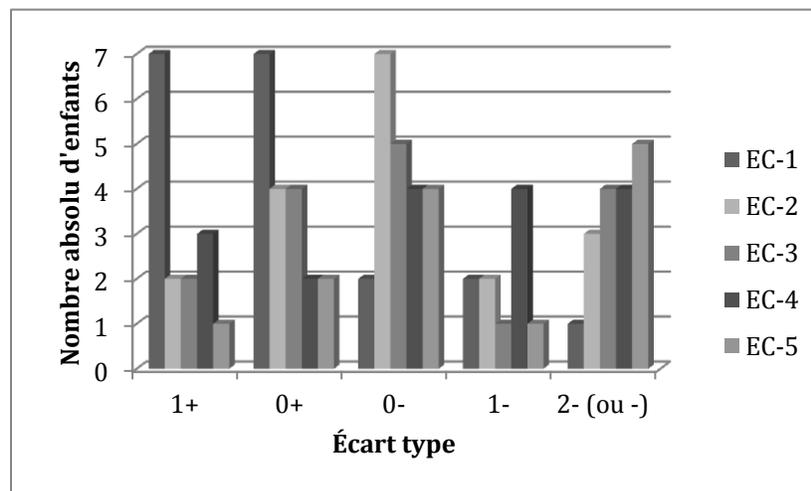
B) Moyennes et écarts types des enfants de 9,9 à 11,9 ans pour l'essai 2

C) Moyennes et écarts types des personnes de 12 ans et plus pour l'essai 2

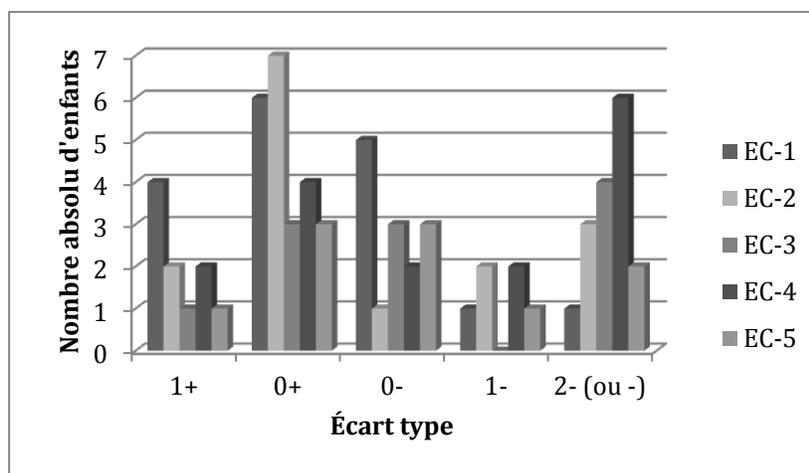
\* $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  DT : développement typique TSA : Trouble du spectre de l'autisme

Il est également possible de noter que les écarts types sont plus larges dans le groupe ayant un TSA, sauf pour la tâche C-7 du groupe d'enfants de 12 ans et plus. Ces résultats peuvent être expliqués par deux raisons principales. D'abord, le nombre de participants ayant un TSA est plus faible, particulièrement pour le groupe d'âge des 9,9 à 11,9 ans. Ensuite, les résultats des enfants présentant un TSA, et particulièrement ceux du groupe des 12 ans et plus, sont très hétérogènes.

Des comparaisons peuvent également être effectuées en situant les moyennes des personnes ayant un TSA par rapport à l'écart type autour de la moyenne des EDT ou des personnes sans incapacité (figure 2). Les résultats sont situés soit entre un et deux écarts types au-dessus de la moyenne (1+), à l'intérieur d'un écart type au-dessus de la moyenne (0+), à l'intérieur d'un écart type sous la moyenne (0-), entre un et deux écarts types sous la moyenne (1-), deux écarts types sous la moyenne et plus de deux écarts types sous la moyenne (2- ou -). Les écarts types de référence sont ceux des EDT. Il est possible de constater que le deuxième essai a plus tendance à se situer dans les écarts types autour de la moyenne des EDT et que certains enfants ont obtenu des résultats à plus de deux écarts types sous la moyenne (figure 2). De plus, la tâche EC-1 diffère des autres, les enfants ayant un TSA ont un rendement souvent supérieur aux EDT pour cette tâche, ce qui était également apparu dans les analyses comparatives présentées précédemment. L'analyse montre également que la distribution tend à être bimodale, un groupe d'enfants avec un TSA ayant un rendement équivalent (autour de la moyenne) ou même supérieur aux EDT et un autre ayant un rendement plus faible (deux écarts types sous la moyenne). Trois enfants avaient un rendement nettement au-dessus du rendement habituel pour leur âge dans plusieurs tâches (entre un et deux écarts types au-dessus de la moyenne). Ils étaient âgés respectivement de six ans, six ans et sept ans. Ils fréquentaient tous les trois l'école régulière. Ils pouvaient même réussir des tâches du test pour adultes. Par contre, parmi les participants de 12 ans et plus, un grand nombre fréquentait les ressources scolaires spécialisées et présentait des difficultés d'apprentissage, démontrant à nouveau la variabilité des niveaux de fonctionnement dans l'échantillon.



Essai 1



Essai 2

Figure 2. Niveau de réussite des enfants de moins de 10 ans ayant un TSA en fonction de la position par rapport à l'écart type du groupe de comparaison pour les tâches du test pour enfants

### Observations de nature qualitative effectuées lors de l'administration du test

L'administration du test a été l'occasion d'observer plusieurs caractéristiques des enfants ayant un TSA que cette situation d'évaluation particulière permettait, notamment en notant les erreurs effectuées dans l'accomplissement des tâches. Les principales particularités notées sont ici présentées.

La faute la plus fréquemment notée dans les productions écrites est reliée aux espaces entre les mots. Plusieurs enfants ne font pas les espaces entre les mots ou syllabes, tandis que d'autres en font trop (n=18). La segmentation des mots n'est pas facile à intégrer, ni l'emploi des blancs graphiques. Certains parents ont mentionné lors de l'administration du test que cette difficulté est également présente à l'écriture manuscrite.

La standardisation du test prévoit que l'enfant doit réaliser la tâche deux fois de suite. Or, nous avons relevé que de nombreux participants exprimaient des réticences à faire le deuxième essai. L'examineur devait parfois argumenter de manière importante pour que le participant accepte de le faire. S'il acceptait à contrecœur, son rendement pouvait en être affecté. Cet élément est illustré concrètement dans les résultats descriptifs présentés précédemment, car une proportion relativement importante n'a pas fait le deuxième essai ou a eu un rendement inférieur au deuxième essai. Cette observation est confirmée par certains parents (n=2) qui ont révélé lors de l'administration du test que leur enfant a de la difficulté à faire plusieurs essais ou plusieurs pratiques, au point où ils doivent proposer un modèle à reproduire qui comprend également le nombre de pratiques désirées. Par exemple, il faut écrire deux fois l'alphabet sur un modèle si l'on souhaite que l'enfant l'écrive deux fois.

Les aptitudes élevées de copie systématique de certaines personnes ayant un TSA sont ressorties dans certaines situations (n=5). Ainsi, certains copient intégralement les modèles présentés sur une même page ou plusieurs tâches sont illustrées et écrivent même le numéro de la tâche inscrit sur le modèle. Ils ne semblent ainsi pas comprendre le sens de la tâche demandée. Par ailleurs,

les modèles à reproduire qui sont présentés aux enfants sont écrits seulement une fois. En lien avec ce qui a été mentionné précédemment, la consigne étant de copier le modèle, le faire deux fois ne correspond pas à de la copie systématique, cette consigne pouvait leur causer des difficultés et certains refusaient ainsi de faire le deuxième essai.

Des difficultés concernant l'organisation spatiale ont également pu être observées. Sur le plan des lettres, quelques-uns ont inversé le « m » et le « n » à l'écriture de l'alphabet (n=4), car c'est dans cet ordre que ces lettres sont présentées sur le clavier soit de gauche à droite. Un enfant a tapé un « w » au lieu d'un « m », possiblement en inversant la lettre.

### Discussion

Cette étude visait à décrire le rendement des enfants ayant un TSA dans leur utilisation du clavier de l'ordinateur et de le comparer avec celui des EDT. Le test utilisé fournit des tâches standardisées qui permettent d'identifier plusieurs de leurs caractéristiques spécifiques. Les résultats démontrent que les personnes ayant un TSA constituent un groupe peu uniforme et elles peuvent avoir des rendements différents en fonction de leurs caractéristiques personnelles, ce qui est congruent avec les connaissances actuelles sur cette population, c'est-à-dire un large spectre de niveau de fonctionnement (APA, 2013). Un grand nombre présente toutefois un rendement équivalent à celui des jeunes de leur âge dans cet échantillon et quelques-uns présentent même un rendement supérieur.

Les tâches non associées au langage écrit et demandant un temps de réaction rapide semblent être plus faciles pour plusieurs d'entre eux. Ainsi, la tâche EC-1 et la tâche C-7 (déplacement du curseur avec les flèches du clavier en suivant un trajet) semblent particulièrement faciles pour les jeunes ayant un TSA. Ces tâches peuvent être mises en rapport avec leurs habiletés perceptives et motrices parfois exceptionnelles (Mottron, 2004; Mottron et Burack, 2001; Ploog, 2010). En effet, pour avoir un bon rendement, il faut percevoir rapidement les éléments et avoir un court temps de réaction avec les doigts qui actionnent les flèches du clavier, ce qui permet de changer rapidement et au bon moment le sens du trajet du curseur. De plus, ces tâches ne demandent pas d'aptitudes reliées à la lecture et à l'écriture. Par conséquent, les enfants qui les ont bien réussies pouvaient quand même avoir des difficultés dans les autres tâches. Enfin, il faut rappeler qu'environ la moitié des enfants qui ont fait la tâche EC-1 ont eu un moins bon rendement au deuxième essai, ce qui est rarement observé chez les EDT.

À ce propos, le nombre de participants ayant un TSA qui a réalisé le deuxième essai est moindre que chez les EDT, ou ce pourcentage varie de 89,2 à 93,5% selon la tâche. De plus, l'examineur a parfois obtenu un résultat valide au second essai, mais il a fallu argumenter de manière beaucoup plus importante que dans le groupe d'EDT et cela pouvait aboutir à un rendement plus faible, ce qui est assez fréquent dans cet échantillon. Cette caractéristique peut avoir des répercussions sur différents apprentissages, particulièrement dans les tâches qui demandent de la pratique comme l'écriture. Les connaissances actuelles ne permettent pas de préciser ce qui est à l'origine de cette caractéristique : les participants ont-ils appris avec le temps que leur rendement ne s'améliorait pas avec la pratique (ce qui est le cas de la dyspraxie dont plusieurs personnes ayant un TSA sont atteintes et qui se manifeste par une absence d'automatisation de gestes comme l'écriture par exemple) ou est-ce parce qu'ils ne veulent pas répéter qu'ils ne développent pas l'automatisation des mouvements? Est-ce simplement une

manifestation de rigidité dans les comportements et de consignes suivies à la lettre? D'autres études sont nécessaires pour apporter un éclairage sur ce plan. Cela dit, des stratégies d'enseignement qui tiennent compte de cette caractéristique pourraient être privilégiées en prévoyant des consignes et des modèles qui montrent le nombre de copies désirées, comme une suite de lettres ou de mots. De manière générale, il faudrait également songer à des stratégies d'intervention diversifiées et non redondantes dans les approches pédagogiques et thérapeutiques, en modifiant la forme de l'exercice, mais non le fond.

Concernant l'utilisation du clavier comme moyen alternatif à l'écriture manuscrite, les mouvements requis pour utiliser le clavier peuvent être plus faciles à exécuter que l'écriture manuscrite (Broun, 2009) et des logiciels spécialisés peuvent être utilisés pour compenser les difficultés motrices, cognitives ou perceptuelles (prédiction de mots, correcteur intégré, etc.) (Batorowicz, Missiuna et Pollok, 2012; Chantry et Dunford 2010; Forgrave, 2002). L'utilisation du clavier peut compenser des problématiques spécifiques, mais elle n'est pas la panacée à toutes les difficultés. Le clavier remplace avantageusement le crayon pour les difficultés reliées à la lisibilité. Par contre, étant donné les vitesses mesurées, la lenteur n'est pas toujours compensée par le clavier, ou du moins, il faut songer à une période d'entraînement suffisante pour que l'enfant utilise le clavier de façon plus efficace que le crayon (Ashburner, Ziviani et Pennington, 2012). Le dépistage précoce des problèmes dysgraphiques persistants et significatifs découlant de problèmes moteurs permettrait d'intégrer graduellement la pratique du clavier en bas âge, par exemple dès six ans, sans toutefois éliminer totalement l'usage du crayon, pour qu'au moment où les textes à produire sont plus élaborés, l'enfant dispose si nécessaire d'un moyen alternatif qui ne limitera pas ses apprentissages (Connely, Gee et Walsh, 2007). Le clavier peut ainsi compenser des difficultés reliées à la fatigabilité dans l'écriture qui se manifeste au moment de la production de textes plus longs, sans compter tout le soutien que pourraient procurer d'autres technologies d'aide qui recourent au clavier (prédiction de mots, correcteurs intégrés, etc.) (Rousseau et Angelucci, 2014). Par contre, les difficultés d'organisation spatiale notées dans les productions manuscrites des personnes ayant un TSA (Kushki, Chau et Anagnostou, 2011) pouvaient également être observées lors de l'utilisation du clavier, notamment sur le plan de la segmentation des mots. Le clavier ne peut compenser ces difficultés que s'il est associé à un correcteur automatique. De plus, si la segmentation des mots se développe plus efficacement auprès d'EDT ayant exclusivement appris la cursive (Morin, Lavoie et Montesinos-Gelet, 2012), il serait intéressant de vérifier si ce gain pourrait s'observer auprès des enfants ayant un TSA. Sachant que la segmentation des mots s'intègre mieux lorsque la graphomotricité est automatisée, cela nous renseigne sur les difficultés de ces jeunes.

Les personnes ayant un TSA présentent des difficultés motrices qui sont encore partiellement comprises (Fournier, Hass, Naik, Lodha et Cauraugh, 2010; Hellinckx, Roeyers et Van Waelvelde, 2013; Johnson, Phillips, Papadopoulos, Fielding, Tonge et Rinehart, 2013; Kuschki, Chau et Anagnostou, 2011). L'ergothérapeute est souvent impliqué pour améliorer l'écriture des enfants qui ont ce type de problème (Case-Smith et Arbesman, 2008). Compte tenu des connaissances actuelles, aucune thérapie ou approche n'a clairement démontré son efficacité pour améliorer de manière significative leur graphomotricité (Batchelder, McLaughlin, Weber, Derby et Gow, 2009; Carlson, McLaughlin, Derby et Blecher, 2009; Hartley et Salzwedel, 1980; Kuschki, Chau et Anagnostou, 2011; Palsbo et Hood-Szivek, 2012) et la rééducation ou l'entraînement à l'écriture ne sera pas nécessairement la solution à privilégier, en fonction de leur réponse aux traitements et de la gravité de leurs problèmes graphomoteurs. Dans plusieurs

cas, il est nécessaire de penser à utiliser des moyens alternatifs (Ashburner, Ziviani et Pennington, 2012; Broun, 2009). Encore ici, des recherches sont nécessaires pour baliser les meilleures approches, mais il semble certain que ces approches devront être choisies et adaptées en fonction des caractéristiques de chaque jeune ayant un TSA.

Considérant les forces de l'étude, il faut noter que celle-ci est originale et porte sur un aspect encore jamais analysé de cette manière, soit l'évaluation du rendement au clavier grâce à un test standardisé qui permet des comparaisons avec une population à développement typique. Par ailleurs, le test a été administré toujours par le même examinateur, ce qui limite les biais non différentiels potentiels relatifs à cet élément. De plus, les facteurs identifiés dans les analyses sont congruents avec les connaissances actuelles sur le TSA, notamment le large spectre de niveau de fonctionnement (APA, 2013).

En conclusion, cette étude décrit le rendement dans l'utilisation du clavier d'enfants ayant un TSA, énonce plusieurs de leurs particularités et compare leur rendement à celui des jeunes à développement typique. Plusieurs questions demeurent encore sans réponse. Des études pour améliorer notre compréhension des particularités de leurs processus d'apprentissage, des études sur les approches de rééducation et les stratégies d'éducation les plus efficaces pour eux ainsi que des études visant à baliser le recours aux alternatives à l'écriture manuscrite pourraient apporter d'autres contributions. La capacité d'écrire a des répercussions importantes sur de nombreuses dimensions de la vie et mérite qu'on s'en préoccupe, autant sur le plan clinique que sur le plan pédagogique ou sur le plan de la recherche.

### Références

- American Psychiatric Association (APA) (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5* (5e éd.). Arlington, Virginia: American Psychiatric Association.
- Ashburner, J., Ziviani, J., & Pennington, A. (2012). The introduction of keyboarding to children with autism spectrum disorders with handwriting difficulties : A help or a hindrance. *Australasian Journal of Special Education*, 36(1), 32-61.
- Bara, F., & Morin, M.F. (2009). Est-il nécessaire d'enseigner l'écriture script en première année? Les effets du style d'écriture sur le lien lecture/écriture, *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 12(2), 149-160.
- Barendse, E.M., Hendriks, M.P.H., Jansen, J.F.A., Backes, W.H., Hofman, P.A.M. Thoonen, G., & Aldenkamp, A.P. (2013). Working memory deficits in high-functioning adolescents with autism spectrum disorders: neuropsychological and neuroimaging correlates. *Journal of Neurodevelopmental Disorder*, 5(1), 14. doi: 10.1186/1866-1955-5-14
- Batchelder, A., McLaughlin, T.F., Weber, K.P., Derby, K.M., & Gow, T. (2009). The effects of hand-over-hand and a dot-to-dot tracing procedure on teaching an autistic student to write his name. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 21(2), 131-138. doi: 10.1007/s10882-009-9131-2

- Batorowicz, B., Missiuna, C.A., & Pollok, N.A. (2012). Technology supporting written productivity in children with learning disabilities: A critical review. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 79(4), 211-224.
- Broun, L. (2009). Take the pencil out of the process. Instruction and autism spectrum disorders. Council for Exceptional Children. *Teaching Exceptional Children*, 42(1), 14-21.
- Carlson, B., McLaughlin, T.F., Derby, K.M., & Blecher, J. (2009). Teaching preschool children with autism and developmental delays to write. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 225-238.
- Case-Smith, J., & Arbesman, M. (2008). Evidence-based review of interventions for autism used in or of relevance to occupational therapy. *American Journal of Occupational Therapy*, 62(4), 416-429.
- Chantry, J., & Dunford, C. (2010). How do computer assistive technologies enhance participation in childhood occupations for children with multiple and complex disabilities? A review of the current literature. *The British Journal of Occupational Therapy*, 73(8), 351-365.
- Chukoskie, L., Townsend, J., & Westerfield, M. (2013). Motor skill in autism spectrum disorders: a subcortical view. *International Review of Neurobiology*, 113, 207-49. doi: 10.1016/B978-0-12-418700-9.00007-1
- Connely, V., Gee, D., & Walsh, E. (2007). A comparison of keyboarded and handwritten compositions and the relationship with transcription speed. *British Journal of Educational Psychology*, 77, 479-492.
- Daiute, C. A. (1983). The computer as stylus and audience. *College Composition and Communication*, 34(2), 134-145
- Dumont, C. (2012). *Le test du rendement dans l'utilisation de l'ordinateur*. Version 3. Université du Québec à Trois-Rivières. Repéré à : <http://www.uqtr.ca/Claire.Dumont>
- Dumont, C., & Mazer, B. (2013). Assessment of Computer Task Performance for children: standardization, validation and reliability. *Technology and Disability*, 25, 27-35. doi 10.3233/TAD-130364
- Dumont, C., & Mazer, B. (2012). *Assessment of Computer Task Performance*. Version 3. Université du Québec à Trois-Rivières. Repéré à : <http://www.uqtr.ca/Claire.Dumont>
- Dumont, C., & Mazer, B. (2008). Validation of the revised child version of the Assessment of computer task performance. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 28(3), 235-251.

- Dumont, C., Vincent, C., & Mazer, B. (2002). Development of a standardized instrument to assess computer task performance. *American Journal of Occupational Therapy*, 56(1), 60-68.
- Fletcher-Watson, S. (2014). A targeted review of computer-assisted learning for people with autism spectrum disorder: Towards a consistent methodology. Review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1(2), 87-100.
- Forgrave, K.E. (2002). Assistive technology: Empowering students with learning disabilities. *The Clearing House*, 75(3), 122-126.
- Fournier, K.A., Hass, C.J., Naik, S.K., Lodha, N., & Cauraugh, J.H. (2010). Motor coordination in autism spectrum disorders : A synthesis and meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, 1227-1240.
- Freeman, A.R., MacKinnon, J.R., & Miller, L.T. (2005). Keyboarding for students with handwriting problems : A literature review. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 25(1/2), 119,147.
- Goldberg, A., Russell, M., & Cook, A. (2003). The effect of computers on student writing: A meta-analysis of studies from 1992 to 2002. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 2(1), 3-51.
- Grynszpan, O., Weiss, P.L.T., Perez-Diaz, F., & Gal, E. (2014). Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: A meta-analysis. *Autism*, 18(4), 346-361.
- Harter, S. (1993). Causes and consequences of low self-esteem in children and adolescents. Dans Beaumeister, R. F., *Self-esteem : the puzzle of low self-regard* (pp. 87-116). New York : Plenum Press.
- Hartley, S.T., & Salzwedel, K.D. (1980). Behavioral writing for an autistic-like child. *Academic Therapy*, 16(1), 101-110.
- 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. doi: 10.1016/j.rasd.2012.08.009
- Huberman, A.M., & Miles, M.B. (2003). *Analyse des données qualitatives. Recueil de nouvelles méthodes*. Pédagogies en développement. Méthodologie de la recherche. Bruxelles, Université De Boeck.
- 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. doi: 10.1016/j.ridd.2013.06.003
- Khowaja, K., & Salim S.S. (2013). A systematic review of strategies and computer-based intervention (CBI) for reading comprehension of children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(9), 1111-1121.

- 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*, 1706-1716.
- Longcamp, M., Lagarrigue, A., & Velay, J.-L. (2010). Contribution de la motricité graphique à la reconnaissance des lettres. *Psychologie française*, *55*, 181-194.
- MacArthur, C.A. (2000). New tools for writing: Assistive technology for students with writing difficulties. *Topics in Language Disorders*, *20*(4), 85-100.
- Martin, P., Amigues, R., & Velay, J.-L. (2007). L'utilisation d'outils de création numérique en expression graphique à l'école primaire. Une étude préliminaire chez l'enfant de 9-10 ans. *International Journal of Information Science for Decision Making*, *29*, 1-7. Repéré à : [http://isd.m.univ-tln.fr/PDF/isd29/MARTIN.pdf?origin=publication\\_detail](http://isd.m.univ-tln.fr/PDF/isd29/MARTIN.pdf?origin=publication_detail)
- Martinot, D. (2001). Connaissance de soi et estime de soi : ingrédients pour la réussite scolaire. *Revue des sciences de l'éducation*, *27*(3), 483-502. doi : 10.7202/009961ar
- Morin, M., Lavoie, N., & Montesinos-Gelet, I. (2012). The effects of manuscript, cursive or manuscript/cursive styles on writing development in Grade 2. *Language & Literacy: A Canadian Educational E-Journal*, *14*(1).
- Mottron, L. (2004). *L'autisme, une autre intelligence : diagnostic, cognition et support des personnes autistes sans déficience intellectuelle*. Sprimont Belgique: Mardaga.
- Mottron, L., & Burack, J.A. (2001). Enhanced perceptual functioning in the development of autism. In : J.A. Burack, T. Charman, N. Yirmiya, & P.R. Zelazo (Eds.), *The development of autism: Perspectives from theory and research* (pp. 131-148). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Palsbo, S.E., & Hood-Szivek, P. (2012). Effect of robotic-assisted three-dimensional repetitive motion to improve hand motor function and control in children with handwriting deficits: A nonrandomized phase 2 device trial. *American Journal of Occupational Therapy*, *66*(6), 682-690. doi: 10.5014/ajot.2012.004556
- Pennington, R.C. (2010). Computer-assisted instruction for teaching academic skills to students with autism spectrum disorders: A review of literature. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, *25*(4), 239-248.
- Ploog, B.O. (2010). Stimulus overselectivity four decades later: A review of the literature and its implications for current research in autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, doi 10.1007/s10803-010-0990-
- Ramdoss, S., Mulloy, A., Lang, R., O'Reilly, M., Sigafoos, J., Lancioni, G., & El Zein, F. (2011). Use of computer-based interventions to improve literacy skills in students with autism spectrum disorders: A systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *5*(4), 1306-1318.

- Rousseau, N., & Angelucci, V. (2014). *Les aides technologiques à l'apprentissage pour soutenir l'inclusion scolaire*. Collection Éducation Intervention. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Sinzig, J., Morsch, D., & Lehmkuhl, G. (2008). Do hyperactivity, impulsivity and inattention have an impact on the ability of facial affect recognition in children with autism and ADHD? *European Child & Adolescent Psychiatry, 17*(2), 63–72.
- Smith, B.R., Spooner, F., & Wood, C.L. (2013). Using embedded computer-assisted explicit instruction to teach science to students with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 7*(3), 433-443.
- Travers, J.C., Higgins, K., Pierce, T., Boone, R., Miller, S., & Tandy, R. (2011). Emergent literacy skills of preschool students with autism : A comparison of teacher-led and computer-assisted instruction. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities, 46*(3), 326-338.
- Vaivre-Douret, L. (2007). Troubles d'apprentissage non verbal : les dyspraxies développementales. *Archives de pédiatrie, 14*, 1341–1349.
- VanBergeijk, E., Klin, A., & Volkmar, F. (2008). Supporting more able students on the autism spectrum : college and beyond. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 38*, 1359-1370.
- Velay, J.-L., Longcamp, M., & Zerbato-Poudou, M.-T. (2004). De la plume au clavier : Est-il toujours utile d'enseigner l'écriture manuscrite? *Comprendre les apprentissages: Sciences cognitives et éducation, 69-82*.
- Vincent, C., Dumont, C., Bouchard, D., & Lespérance, F. (2003). Computer access with pediatrics and low vision. *Journal of Visual Impairment and Blindness, 97*(1), 5-16.
- Whalen, C., Moss, D., Ilan, A.B., Vaupel, M., Fielding, P., Macdonald, K., & Symon, J. (2010). Efficacy of teachtown: Basics computer-assisted intervention for the Intensive Comprehensive Autism Program in Los Angeles Unified School District. *Autism, 14*, 179.

## Annexe A

### Liste des Tâches - Version pour adultes

C-1 Alphabet

C-2 Mots (Bonjour, colère, fenêtre, képi, quand, taxi, vivre, sympathique, wagon, zéro.)

C-3 Phrases (Les saisons se suivent et ne se ressemblent pas.

Tous les goûts sont dans la nature.)

C-4 Répétition d'une touche et doubles touches (qq ;; /// ... ! ! ! 0000 11111 &&&&& )

C-5 Doubles touches et particularités du clavier français ( é à è ù â ê î ô û ç ë ö À Ô [AP@ \_ ~ ] )

C-6 Maintenir une touche enfoncée (oooooooooooooooooooo

aaaaaaaaaaaaaaaaaaaa

pppppppppppppppppppp)

C-7 Déplacement du curseur avec les flèches du clavier

### Liste des Tâches - Version pour enfants

EC-1 Déplacement du curseur avec les flèches du clavier

EC-2 Voyelles (aeiouaeiou)

EC-3 Alphabet

EC-4 Syllabes (par ten mis)

EC-5 Mots (brave date accent radio taxi)

## Auteurs

Claire Dumont est ergothérapeute de formation et détient un doctorat en santé communautaire de l'Université Laval depuis 2003. Ses intérêts de recherche portent principalement sur l'utilisation des technologies informatiques pour favoriser la participation sociale des personnes ayant des incapacités, dont les personnes ayant un trouble du spectre de l'autisme. Courriel:

[Claire.Dumont@uqtr.ca](mailto:Claire.Dumont@uqtr.ca)

Priscilla Boyer est professeure au département des sciences de l'éducation, spécialiste de la didactique de l'orthographe. Elle s'intéresse particulièrement aux effets de la motivation et du sentiment d'autoefficacité sur l'apprentissage de l'orthographe, de même qu'aux difficultés d'apprentissage de l'orthographe chez l'élève du primaire et du secondaire. Courriel:

[Priscilla.Boyer@uqtr.ca](mailto:Priscilla.Boyer@uqtr.ca)



Cette création est mise à disposition sous un contrat Creative Commons.