

Université du Québec en Outaouais

Titre de l'essai : Documenter la trajectoire développementale de l'expression des émotions chez les enfants autistes: De l'âge préscolaire à l'âge scolaire

Essai doctoral
Présenté au
Département de psychoéducation et de psychologie

Comme exigence partielle du doctorat en psychologie,
Profil neuropsychologie clinique (D. Psy.)

Par
© Katarina SOTELLO

Avril 2025

Composition du jury

Titre de l'essai : Documenter la trajectoire développementale de l'expression des émotions chez les enfants autistes: De l'âge préscolaire à l'âge scolaire

Par
Katarina Sotelo

Cet essai doctoral a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Claudine Jacques, Ph.D., directrice de recherche, Département de psychoéducation et de psychologie, Université du Québec en Outaouais

Isabelle Soulières, Ph.D., co-directrice de recherche, Département de psychologie, Université du Québec à Montréal

Annie Bérubé, Ph.D., examinatrice interne, Département de psychoéducation et de psychologie, Université du Québec en Outaouais

Caroline Blais, Ph.D., examinatrice interne, Département de psychoéducation et de psychologie, Université du Québec en Outaouais

Nathalie Gosselin, Ph.D., examinatrice externe, Département de psychologie, Université de Montréal

« Le sage n'est pas sans passion, mais mesuré dans ses passions »

- Aristote, V, 31

DÉDICACE

C'est avec profonde reconnaissance que je dédie cet essai doctoral à une personne qui occupe une place centrale dans ma vie et sans qui ce parcours doctoral n'aurait pu se réaliser : ma mère, Francine Séguin. Femme d'une force et d'une résilience exemplaires, elle a été mon pilier tout au long de cette aventure académique. Sa confiance inébranlable en mes capacités, même lorsque les doutes m'habitaient, a été le moteur qui m'a permis d'avancer. Si j'ai eu l'audace de postuler au doctorat, c'est en grande partie grâce à elle, à sa confiance absolue en mon potentiel. On peut dire sans hésitation que ma mère a toujours été ma plus grande supportrice ou, en d'autres mots, ma *cheerleader* numéro un.

Mère monoparentale, elle a consacré sa vie à encourager ses filles à poursuivre leurs rêves, plaçant indubitablement nos besoins bien avant les siens. Mon parcours doctoral, symbole de ses innombrables sacrifices, devient également, son accomplissement. Pour nous, en tant que famille, cet essai représente bien plus qu'un aboutissement académique — c'est un témoignage de l'amour, du dévouement et du soutien inconditionnel dont j'ai bénéficié tout au long de ma vie.

REMERCIEMENTS

Quelle aventure que ce doctorat clinique ! Tant de sacrifices, de temps, d'énergie et d'efforts ont été investis dans ce marathon... pourtant, aucun regret. Si les obstacles ont parfois semblé insurmontables, avec le recul, je réalise avoir découvert en moi une force et une persévérance insoupçonnées. Je suis fière de ce parcours, bien que je sache qu'il n'aurait pas été possible sans le soutien inébranlable de nombreuses personnes qui ont été là pour moi. Je leur dois tant que même mille remerciements ne suffiraient pas, mais je vais tout de même tenter de leur exprimer ma gratitude.

À ma merveilleuse famille – ma mère, ma sœur, ma marraine, et ma belle-famille – je vous adresse un immense merci pour votre soutien constant et vos encouragements tout au long de ces quatre années (et bien plus encore). Votre écoute attentive et votre bienveillance ont été d'une aide précieuse et profondément appréciée. À mes amis, je vous remercie d'avoir su m'offrir des moments de légèreté, me permettant ainsi de garder un équilibre sain entre vie personnelle et académique. À ma cohorte, mes collègues devenus amis, je vous remercie d'avoir rendu ces deux premières années de doctorat, vécues au cœur de la pandémie de COVID-19, bien plus supportables. Nos multiples rencontres Zoom ont brisé l'isolement et renforcé notre sentiment d'appartenance. Cette épreuve a forgé entre nous un lien indéfectible.

Un remerciement tout particulier à Agnès Ethier, une collègue devenue ma meilleure amie, ma « sœur cosmique ». Dès le début, nos affinités nous ont rapprochées, et je ne peux imaginer ces quatre dernières années sans ta douceur, tes conseils avisés, ta bienveillance et ton soutien. Partager cette aventure à tes côtés a été à la fois stimulant et gratifiant. Que ce soient nos longues soirées d'études, nos « week-ends statistiques », nos congrès scientifiques ou nos consultations

cliniques, ta présence a été précieuse à chaque étape. Je te remercie du fond du cœur, et je sais que notre belle amitié ne fait que commencer.

À mes codirectrices de recherche, Claudine Jacques et Isabelle Soulières, je vous adresse ma profonde gratitude pour votre soutien constant tout au long de ces quatre années. Un merci particulier à Claudine Jacques, qui m'a généreusement pris sous son aile dès ma deuxième année de baccalauréat. Ces six à sept dernières années ont été marquées par ton accompagnement et ton engagement, et ont été des plus enrichissantes pour mon parcours universitaire et professionnel. Les nombreuses opportunités que tu m'as offertes ont été essentielles à ma formation scientifique et à mon développement professionnel. De la réalisation de ma thèse d'honneur à la participation à plusieurs congrès, dont celui en Suède, et à l'élaboration de cet essai doctoral, ces expériences ont façonné ma formation. Merci infiniment pour tout !

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance envers mes superviseuses cliniques de stage et d'internats, qui ont joué un rôle crucial dans le développement de mon identité professionnelle en tant que neuropsychologue.

Enfin, une mention toute spéciale à toi, Charles-Édouard Gohier, mon partenaire. Je me sens incroyablement chanceuse d'avoir pu compter sur ta patience, ton écoute, ton empathie et ton soutien tout au long de ce parcours. Le fait que nous traversions nos doctorats en parallèle nous a permis de nous épauler mutuellement et de comprendre pleinement les efforts que cette épreuve exige. Ta fierté et tes encouragements constants ont nourri ma persévérance, surtout lorsque les obstacles semblaient infranchissables. Je m'engage à t'offrir, autant que je le peux, le même soutien pour la suite et la conclusion de ton propre doctorat. Enfin, un dernier merci à ma formidable équipe solide, celle qui m'a menée jusqu'à la ligne d'arrivée.

RÉSUMÉ

L'autisme est souvent caractérisé par une diminution des affects positifs et une augmentation des affects négatifs, chez les enfants d'âge préscolaire et scolaire (Hirschler-Guttenberg et al., 2015; Trevisan et al., 2018). Toutefois, ces études préconisent des contextes qui ne s'appuient pas sur des caractéristiques autistiques, ce qui limite la documentation de l'éventail des expressions émotionnelles (Drimalla et al., 2021; Filliter et al., 2015). Jacques et al. (2018; 2022), avec la *Situation de stimulation de Montréal* (SSM), ont montré que lorsque les intérêts des enfants autistes sont pris en compte, ils expriment, comme les enfants neurotypiques, beaucoup d'émotions positives et peu d'émotions négatives, se différenciant uniquement par la présence d'émotions ambiguës (inconnues). Cela suggère que l'utilisation de contextes adaptés permettrait de mieux décrire la trajectoire des expressions émotionnelles chez les enfants autistes.

Cette étude a documenté la trajectoire développementale de l'expression des émotions chez des enfants autistes, dans un contexte adapté à leurs particularités : 1) en documentant la trajectoire développementale des émotions exprimées de l'âge préscolaire à l'âge scolaire (2-12 ans); 2) en comparant les émotions exprimées chez les enfants autistes à des enfants neurotypiques d'âge scolaire (9-12 ans); et 3) en explorant la variation des expressions faciales émotionnelles à travers le temps selon le profil cognitif.

Pour cette étude, 25 enfants autistes et 25 enfants neurotypiques âgés de 9 à 12 ans, ayant participé à l'étude SSM-1 à l'âge préscolaire, ont été recrutés. La SSM, validée pour les enfants de 3 à 6 ans, consiste en une session d'exploration libre d'une pièce remplie de jouets et d'objets sélectionnés en fonction des intérêts des enfants autistes. Pour les enfants d'âge scolaire, une version adaptée de cette situation, la SSM-2, a été développée en suivant les mêmes principes que la SSM-1. Les expressions émotionnelles ont été analysées à l'aide du logiciel *Noldus Observer XT 11* et cotées à l'aide d'une grille spécifique aux expressions faciales (Jacques et al., 2022). Les comparaisons ont été effectuées entre les deux temps de mesure pour chaque groupe, ainsi qu'entre les enfants autistes et neurotypiques à l'âge scolaire.

Les résultats ont révélé qu'entre la période préscolaire et l'âge scolaire, les enfants autistes ont montré une augmentation de la fréquence des expressions faciales neutres, alors que les enfants neurotypiques ont observé une diminution de la fréquence et de la durée des expressions positives. À l'âge scolaire, les enfants autistes ont exprimé plus souvent et plus longtemps des émotions positives et inconnues que leurs homologues neurotypiques, tout en ne se différenciant pas en ce qui concerne les émotions négatives. Par ailleurs, les capacités cognitives, telles que le quotient intellectuel (QI) et le raisonnement fluide (Gf), ont influencé la fréquence et la durée des expressions émotionnelles tout au long de leur développement.

Cette étude est un premier pas vers une meilleure identification et compréhension clinique de l'éventail des expressions émotionnelles des enfants autistes dans la trajectoire développementale, en soulignant l'importance de privilégier des contextes adaptés aux particularités autistiques, autant en recherche qu'en clinique.

Mots clés : Trouble du spectre de l'autisme; expressions faciales émotionnelles; trajectoire développementale; enfance; valence; contexte adapté; émotions ambiguës

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	X
LISTE DES FIGURES.....	XI
AVANT-PROPOS	XII

CHAPITRE I

CADRE DE RECHERCHE	1
1.1 Sommaire de l'essai doctoral	1
1.2 La fonctionnalité des émotions à travers le temps	1
1.3 La neuroanatomie de la production des émotions.....	3
1.4 Le développement de l'expression des émotions chez l'enfant neurotypique.....	5
1.5 Le trouble du spectre de l'autisme	9
1.5.1 Définition du trouble du spectre de l'autisme.....	9
1.5.2 Le développement de l'expression des émotions chez l'enfant autiste	10
1.6 Comment mesure-t-on l'expression des émotions chez la population neurotypique?.....	16
1.6.1 Le modèle catégoriel.....	16
1.6.2 Le modèle dimensionnel.....	17
1.6.3 Les outils de mesure et les contextes d'évaluation.....	18
1.7 Comment mesure-t-on l'expression des émotions chez la population autiste?.....	21
1.7.1 Conceptualisation de l'expression des émotions	21
1.7.2 Les outils de mesure et les contextes d'évaluation.....	21
1.8 Pertinence de ce projet	23
1.9 Question et objectifs de recherche	25

CHAPITRE II

ARTICLE SCIENTIFIQUE.....	27
2.1 Présentation de l'article scientifique	27
2.2 Abstract	30
2.3 Introduction	32
2.3.1 Methods for Measuring Facial Expressions of Emotion in Autistic Children.....	34
2.4 Method	35
2.4.1 Participants	36
2.4.2 Measurement Instruments.....	38
2.4.2.1 MSPS-1.....	38
2.4.2.2 MSPS-2.....	39
2.4.2.3 Recording and Video Quality	39
2.4.2.4 Video Coding and Emotional Rating Grid	39
2.4.2.5 Neuropsychological Testing.....	40
2.4.2.5.1 Full-Scale IQ (FSIQ).....	40
2.4.2.5.2 Fluid Reasoning Abilities (Gf).....	41
2.4.3 Procedure	41
2.4.4 Statistical Analyses.....	41

2.5	Results	43
2.5.1	Developmental Trajectories of Emotional Expressions from the MSPS-1 to MSPS-2 in Autistic and Neurotypical Children	43
2.5.2	Comparison of Facial Emotional Expressions Between Autistic and Neurotypical Children During the MSPS-2.....	45
2.5.3	Exploring the Influence of Cognitive Abilities on Emotional Valence Over Development.....	48
2.6	Discussion	50
2.6.1	The Importance of an Adapted Context.....	51
2.6.2	Do Neutral Expressions Reflect a Universal Developmental Trend?	52
2.6.3	The Need to Enhance our Understanding of Ambiguous Emotional Facial Expressions	53
2.6.4	The Influence of Cognitive Abilities on Emotional Facial Expressions	55
2.7	Limitations and Future Directions	55
2.8	Conclusion.....	57

CHAPITRE III

DISCUSSION GÉNÉRALE	58	
3.1	Interprétation des résultats et contributions cliniques	58
3.1.1	L'importance d'un contexte adapté	58
3.1.2	Les expressions neutres reflètent-elles une tendance développementale universelle ? .61	
3.1.3	La nécessité d'améliorer notre compréhension des expressions faciales émotionnelles ambiguës	64
3.1.4	L'influence des habiletés cognitives sur l'expression émotionnelle	67
3.2	Contributions scientifiques.....	68

CHAPITRE IV

CONCLUSION	70
------------------	----

RÉFÉRENCES.....	71
ANNEXE A – SUPPLEMENTARY MATERIAL.....	93
ANNEXE B – ACCORD DES COAUTEURS PAR COURRIEL	113

LISTE DES TABLEAUX

Table 1. <i>Participant Sociodemographic and Clinical Characteristics</i>	37
Table 2. <i>Cognitive and Developmental Assessment Scores in Percentiles</i>	38
Table 3. <i>Descriptions of Emotional Expressions</i>	40
Table 4. <i>Mixed Longitudinal Regression with R Software: Predicting Changes in Unknown Emotions Based on IQ and NVIQ in Autistic and Typical Children</i>	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1. *Proportion of Expressed Emotions by Autistic Children in the MSPS-1 and MSPS-2*...44

Figure 2. *Proportion of Expressed Emotions by Typical Children in the MSPS-1 and MSPS-2*...45

Figure 3. *Proportion of autistic and typical children who expressed emotions in the MSPS-
Proportion of Autistic and Typical Children who Expressed Each Emotions in the
MSPS-2*.....47

Figure 4. *FaceGen Representations of Unknown Emotional Facial Expressions*47

AVANT-PROPOS

Cet essai doctoral comprend un article scientifique qui sera soumis au *Journal of Autism and Developmental Disorders* au printemps 2025 intitulé : « *Exploring the Developmental Trajectory of Emotional Expressions in Autistic and Typical Children: Insights from Adapted Observational Contexts* ». Ce projet de recherche vise à documenter la trajectoire développementale des expressions faciales émotionnelles des enfants autistes et neurotypiques lorsqu'exposés à un contexte adapté aux particularités autistiques. Ainsi, des comparaisons intergroupes (autistes vs neurotypiques à l'âge scolaire) et intragroupes (SSM-1 vs SSM-2) ont été effectuées sur les expressions émotionnelles (positives, négatives, neutres, et inconnues) en termes de durée, fréquence et proportion. Le QI et le raisonnement fluide ont été utilisés pour explorer leur influence sur les expressions émotionnelles des deux groupes au fil du temps. Les résultats ont permis de mieux comprendre l'évolution des expressions émotionnelles chez les enfants autistes et neurotypiques, de l'âge préscolaire à l'âge scolaire, de relever les différences entre ces groupes et d'examiner l'impact des compétences cognitives. Enfin, cette étude ouvre des perspectives en soulignant l'importance d'un contexte adapté aux spécificités autistiques.

À titre de première auteure de l'article scientifique, ma contribution a été assurée à plusieurs égards. D'abord, j'ai effectué une recension de la littérature sur les expressions faciales des enfants autistes et neurotypiques. J'ai également supervisé le déroulement de la collecte des données ayant lieu à l'Hôpital Rivière-des-Prairies, conduit les analyses statistiques prévues et interprétées celles-ci. Puis, j'ai rédigé une première version complète de l'article scientifique, en anglais, ainsi que retravaillé plusieurs versions subséquentes avec le support de mes directrices de recherche, Claudine Jacques et Isabelle Soulières, ainsi que Catherina Lacelle (candidate au doctorat en psychologie clinique, UQO).

CHAPITRE I

CADRE DE RECHERCHE

1.1 Sommaire de l'essai doctoral

Cet essai doctoral a pour objectif de mieux documenter la trajectoire développementale des expressions faciales émotionnelles chez les enfants autistes par rapport à leurs pairs neurotypiques dans le cadre d'un contexte adapté aux particularités autistiques. L'ouvrage se divise en quatre chapitres. Le premier présente le cadre de recherche qui sous-tend ce projet. Le deuxième chapitre inclut l'article scientifique intitulé : *Exploring the Developmental Trajectory of Emotional Expressions in Autistic and Typical Children: Insights from Adapted Observational Contexts*. Le troisième chapitre aborde la discussion générale, comprenant l'interprétation des résultats, les contributions scientifiques, les implications cliniques, ainsi que les limites et les orientations futures de la recherche. Enfin, le quatrième chapitre expose les conclusions finales de ce présent projet de recherche.

1.2 La fonctionnalité des émotions à travers le temps

Depuis toujours, les émotions et l'expression de celles-ci font partie des grands questionnements de l'humanité. Ainsi, dès la Grèce antique (1200 à 31 a. J.-C.), la fonctionnalité des émotions et le tempérament ont longtemps été source d'intrigue et de questionnements philosophiques (Lazarus, 2000). La vision dominante des premiers penseurs et théoriciens de cette époque, tels que Platon et les stoïciens, stipulait que les Passions (c.-à-d. les émotions) représentaient un danger envers les nobles processus de la Raison (Latour, 2020; Lazarus, 2000). Les émotions étaient davantage définies comme étant des impulsions animalistes embrouillant et dérégulant l'atteinte des plus hauts niveaux de l'existence, et ainsi, une atteinte aux capacités de

jugement. D'ailleurs, cette école de pensée misait davantage sur une thérapie ayant pour but de se libérer des émotions. Les écoles antiques proposaient un objectif thérapeutique basé sur le contrôle et la modération des émotions plutôt que leur suppression (Latour, 2020; Lazarus, 2000). Bien que toujours considérées indésirables et nuisibles, les émotions étaient davantage reconnues et considérées comme « inextricables » à la vie. En somme, les philosophes s'étant penchés sur la question des émotions les considéraient comme de bas instincts à contrôler et à l'opposé de la raison.

Ces théories ont notamment exercé une influence sur les pratiques médicales antiques européennes, soit sur la théorie des humeurs (460 env.-env. 370 av. J.-C.; Hebron, 2022). Cette doctrine médicale, élaborée par Hippocrate puis par Galien, proposait que la santé de l'âme (c.-à-d. corps) était constituée des quatre éléments fondamentaux (feu, air, eau, terre) ayant quatre qualités (chaud ou froid; sec ou humide). L'équilibre entre ces éléments s'avérait nécessaire pour assurer la santé de l'âme. Les déséquilibres occasionnés affectaient ainsi l'humeur, soit le tempérament de la personne : sang (caractère jovial et chaleureux), phlegme (caractère lymphatique, calme et imperturbable), bile jaune (caractère enclin à la violence) et bile noire (caractère mélancolique; Hebron, 2022). Cette théorie, dorénavant connue pour des raisons historiques, a permis d'ouvrir la voie vers ce que nous connaissons actuellement sur le plan scientifique des émotions passant par la théorie de l'évolution de Darwin (1872, cité dans Junier, 2022).

Charles Darwin, pionnier de la théorie évolutionniste, est communément connu pour ses travaux concernant l'évolution des espèces vivantes par la sélection naturelle (Ekman, 2009; Junier, 2022). Une importante partie de ses recherches concernent notamment le rôle central des émotions dans la survie des espèces. Il met de l'avant la nature automatique et innée des émotions

ayant pour fonction d'aider et faciliter la communication des individus de l'espèce, et ce autant chez l'Homme que chez les animaux (Ekman, 2009; Junier 2022). Darwin a également mis de l'avant l'universalité de l'expression des émotions à travers les cultures (p. ex., colère, peur, surprise, dégoût, joie et tristesse), ce qui a ensuite été corroboré par les études pionnières dans le domaine de la psychologie d'Izard, suivi d'Ekman & Friesen (Junier 2022). Comme Darwin en 1872, ces derniers suggèrent que l'expression des émotions représente une manifestation automatique de l'expérience émotionnelle de l'individu déclenchée par des circuits neurobiologiques propres à chacune des émotions de base (Barrett et al., 2007; Ekman, 2009). L'expression émotionnelle correspondrait donc à une conséquence automatique de l'expérience de l'individu, en plus d'être optimale pour la survie de l'espèce (Blair, 2003; Latour, 2020).

Ces grands postulats de base mènent à la théorie différentielle des émotions proposée par Izard (1977; Camras, 1992), décrivant les émotions de base comme un phénomène motivationnel complexe et jouant un rôle fonctionnel essentiel sur le plan social et de l'autorégulation. Ekman et Friesen (1971), quant à eux, ajoutent que les règles sociétales, propres à chaque culture, influencent et modulent l'émotion exprimée selon une situation donnée. Ekman (Ekman et al., 1985) met donc en lumière la capacité chez l'humain de volontairement exprimer une émotion faciale sans réellement la ressentir afin de se conformer aux normes culturelles et sociales. Ainsi, découlant de ces théories néodarwiniennes, les études scientifiques ont depuis accordé une importance significative et indéniable à l'expérience psychologique des émotions et à l'implication de leurs bases neuroanatomiques dans les interactions sociales complexes.

1.3 La neuroanatomie de la production des émotions

Dès le début du 20^e siècle, des auteurs comme Cannon, Bard, Penfield, Ranson, ont largement contribué à l'avancement des connaissances en ce qui concerne le rôle et la fonction de

l'hypothalamus (Papez, 1937). De ces études découle la théorie la plus connue sur les structures cérébrales impliquées dans les émotions, soit le circuit de Papez (1937). Ce dernier s'est particulièrement penché sur les interconnexions entre l'hypothalamus et la région médiane du cortex cérébral (c.-à-d., gyrus cingulaire, hippocampe, thalamus). Selon lui, ces structures représentent la base anatomique des émotions. Pour illustrer ce circuit, Papez illustre un schéma d'une boucle continue démarrant par l'hippocampe, suivi des corps mamillaires, du thalamus, du cortex cingulaire, pour finalement, effectuer un retour vers l'hippocampe. Cependant, une des critiques de sa théorie était l'absence de l'aspect sensoriel des émotions.

Pour répondre à cette lacune, MacLean (1949) a étendu le circuit de Papez en accordant davantage d'importance aux régions frontales, entre autres la région orbitofrontale, frontotemporale et l'insula. Connue comme le « père de la théorie des trois cerveaux », MacLean détaillait les changements subis par le cerveau au cours des ères historiques importantes. D'abord, celui-ci décrivait le cerveau reptilien (responsable des réponses comportementales primitives; p. ex., face à la peur, colère et sexualité), le cerveau limbique (plusieurs émotions complexes reliées au contexte social comme la honte, capacité de mémorisation) et le cerveau néo-mammalien (capacité de prise de décision et d'analyse distinguant l'humain des autres espèces). L'intégration de ces trois cerveaux constituait alors sa conceptualisation de la réponse émotionnelle; le cerveau (ou système) limbique étant le chef d'orchestre des émotions. Précisément, ce système intègre l'interaction entre l'hypothalamus (motivation, survie), la région orbitofrontale (jugement moral, régulation émotionnelle, prise de décision et empathie), le gyrus cingulaire (motivation ou atteinte d'objectif) et les hippocampes (structures de la mémoire; MacLean, 1949; Dalgleish, 2004).

Par la suite, en 1994, Damasio (Dunn et al., 2006), pionnier de la théorie des marqueurs sensoriels, fut un acteur important quant à la compréhension du rôle de la région orbitofrontale dans les émotions. Celui-ci associe cette zone cérébrale à l'intégration sensorielle émotionnelle centrale et à la prise de décision. Les différentes associations entre les émotions et les décisions prises seraient entre autres mémorisées dans cette zone cérébrale dans le but d'anticiper et de faciliter le processus de décisions. En fait, selon Damasio, l'émotion est la représentation et la régulation de l'ensemble complexe des changements homéostatiques produits à différents niveaux du cerveau et du corps selon les situations données (Dunn et al., 2006). En d'autres mots, l'activité physiologique découlant de l'émotion serait modulée en fonction des changements d'activité dans le corps (marqueur somatique) en réponse à une situation donnée. Damasio propose alors une description élargie du modèle véhiculé par MacLean (1949), soit un circuit neuronal impliquant différentes régions cérébrales, mais en incluant le cortex préfrontal ventromédian, les cortex somatosensoriels, l'insula et les ganglions de la base. À ce jour, les modèles mis de l'avant par Damasio et MacLean constituent des références de base dans le monde contemporain de la neuropsychologie des émotions. Par ailleurs, ces modèles contribuent à une meilleure compréhension des fondements neurobiologiques impliqués dans l'expression des émotions chez l'humain.

1.4 Le développement de l'expression des émotions chez l'enfant neurotypique

Plusieurs chercheurs avancent que la plupart des composantes faciales de l'expression humaine seraient observables peu après la naissance, telles que l'expression du plaisir et de l'intérêt, qui elle, serait présente dès les premiers jours de la vie (Sullivan et al., 2003). Initialement, les expressions émotionnelles des nourrissons étaient comparées à celles de l'adulte (voir la théorie différentielle des émotions d'Izard et Malatesta, 1987), une méthodologie réfutée

par de nombreux chercheurs (Oster, 2005). Par exemple, une étude montre que les émotions primaires chez un nourrisson ne nécessitent pas un niveau d'évaluation cognitive comme chez l'adulte (Sroufe, 1996). En fait, cette étude met en évidence que la méfiance et la frustration se manifestent également par des pleurs et de la détresse. Une autre étude appuie cette découverte en montrant qu'aucune différence n'est observée entre la peur et la colère à l'âge de 11 mois (Camras et al., 2007). De plus, selon Camras et al. (1996), un autre élément important à considérer concerne la structure motrice du visage de l'enfant qui ne permet pas de reproduire les expressions émotionnelles retrouvées chez l'adulte. Cette équipe de chercheurs a d'ailleurs constaté l'implication de plusieurs muscles faciaux lors de la production de certaines émotions pouvant ainsi expliquer certaines incongruences apparentes entre le contexte et l'émotion exprimée chez les nourrissons.

D'un point de vue neuropsychologique, les données probantes mettent de l'avant l'implication de régions sous-corticales (ganglions de la base) et corticales (cortex frontal) dans la production spontanée et contrôlée des émotions (Blair, 2003). Des études utilisant la neuroimagerie structurelle ont montré que le cortex préfrontal mature plus lentement que les autres régions cérébrales (Gogtay et al., 2004; Yurgelun-Todd, 2006). Conséquemment, le développement de cette zone cérébrale améliore progressivement l'inhibition cognitive et comportementale (Rubia et al., 2000). Cela concorderait également avec le perfectionnement des habiletés affectives, soit le traitement émotionnel, ce qui pourrait, entre autres, expliquer les meilleures capacités à traiter et produire des expressions émotionnelles avec l'âge (Yurgelun-Todd & Killgore, 2006).

Une évolution progressive s'observe au cours du développement de l'enfant. Dès l'âge de 8-10 mois, la littérature montre que l'expression faciale émotionnelle est grandement influencée

par les réactions comportementales de l'adulte significatif, théoriquement décrit comme la référence sociale (Blair, 2003; Klinnert et al., 1983). À titre d'exemple, lors de la découverte d'un nouvel objet, les comportements de l'enfant seront teintés par ceux du parent et influenceront l'occurrence avec laquelle l'enfant entrera en contact avec cet objet dans le futur (Klinnert et al., 1983; Walker-Andrews, 1998). En fait, les nourrissons développent d'abord une sensibilité à l'émotion exprimée par l'adulte significatif, suivi d'une compréhension de celle-ci, leur permettant ainsi de guider leurs actions en conséquence (Walker-Andrews, 1998).

Par ailleurs, il semblerait que les enfants, âgés entre 3 et 11 ans, auraient une plus grande facilité à exprimer les émotions positives que négatives. Une première étude conduite par Brun et al. (2001) a documenté l'expression des émotions « sur demande » chez des enfants âgés entre 3 et 6 ans. Les enfants devaient reproduire l'expression émotionnelle basée sur un stimulus sonore comportant une émotion. L'étude a révélé que l'émotion de la joie était bien acquise et produite à l'âge de 3 ans, tandis que la colère, la tristesse et la surprise restaient toujours à peaufiner à l'âge de 6 ans. Dans une tâche d'imitation dans le cadre d'une seconde étude (Grossard et al., 2018), des observations similaires sont rapportées, soit que l'émotion de la joie paraît plus facile à produire que la colère et la tristesse chez les enfants âgés entre 6 et 11 ans. Cependant, bien que l'émotion « neutre » soit celle étant imitée la plus aisément, les enfants semblent exprimer avec autant de précision la joie que la neutralité lors d'une seconde tâche « sur demande » au sein de cette même étude, tandis que la tristesse était la moins précise (Grossard et al., 2018).

Ces résultats s'avèrent cohérents avec d'autres études suggérant que les émotions négatives, étant les moins acceptables socialement, seraient plus difficiles à produire que les émotions positives (Odom & Lemond, 1972; Yarczower et al., 1979). D'ailleurs, l'étude conduite par Grossard et al. (2018) met en évidence la tendance chez certains enfants à rire lorsqu'ils devaient

produire une émotion négative, ce que les auteurs associent à de la gêne ou de la honte. Ainsi, ils supposent que les différences significatives observées entre les émotions positives et négatives pourraient potentiellement être dues aux règles sociales déjà imprégnées chez les jeunes enfants (Grossard et al., 2018). En fait, au cours du développement, au lieu d'être automatiquement élicitées, les enfants apprennent à adapter et manipuler leurs réactions faciales émotionnelles selon le contexte social (p.ex. intensité, règles sociétales; Blair, 2003). Une étude portant sur le développement des règles sociales et la gestion des réactions faciales émotionnelles a montré chez les enfants de meilleures capacités avec l'âge à dissimuler leur déception lorsqu'ils étaient confrontés à un cadeau beaucoup moins intéressant qu'anticipé (Saarni, 1984). Cela met donc en lumière les diverses fonctions des expressions émotionnelles qui coexistent, soit spontanées ou surprises en lien avec un stimulus émotionnel en présence d'observateurs; et contrôlées ou prédéterminées selon les règles sociétales (Blair, 2003).

Néanmoins, les expressions faciales émotionnelles tendent à se raffiner et se préciser avec l'âge (Grossard et al., 2018), et ce, jusqu'à la fin de l'enfance avec une amélioration significative entre les âges de 5 et 13 ans (Ekman et al., 1980). Toutefois, Gosselin et al. (2011) démontrent une instabilité quant aux mouvements faciaux (c.-à-d., unités d'action) émis lorsqu'ils ont demandé à des enfants âgés entre 5 et 9 ans d'exprimer de la joie et de la tristesse. Selon eux, ces résultats suggèrent que les expressions émotionnelles continuent à se perfectionner, et ce, au-delà de l'enfance. Grossard et ses collègues (2018) corroborent ces résultats en montrant que, même les enfants les plus vieux de leur cohorte, âgés de 10 ans, n'exprimaient pas parfaitement l'expression faciale désirée.

À la lumière de ces informations, plusieurs facteurs tendent à agir comme modérateurs lorsqu'on parle du développement de l'expression des émotions durant l'enfance. Parmi ceux-ci,

on retrouve l'âge, le type de tâche (p. ex., imitation ou expression sur demande), la nature de l'émotion ciblée, les normes sociales, ainsi que la maturation de certaines régions cérébrales, notamment le cortex préfrontal, qui jouent un rôle clé dans la capacité à exprimer adéquatement les émotions ressenties.

En somme, depuis des siècles, les auteurs et les penseurs cherchent à mieux saisir la fonction et le rôle de l'émotion. Toutefois, ce qui est convenu par la majorité des chercheurs, c'est que les émotions jouent un rôle crucial dans le développement des habiletés de communication, en plus d'être essentielles lors des interactions sociales. Étant donné la nature complexe de cette fonction neurocognitive, l'expression faciale émotionnelle peut présenter une trajectoire particulière chez certaines populations cliniques, telles que le trouble du spectre de l'autisme (Blair, 2003).

1.5 Le trouble du spectre de l'autisme

1.5.1 Définition du trouble du spectre de l'autisme

Le trouble du spectre de l'autisme (ci-après autisme¹) est une condition neurodéveloppementale qui touche un enfant sur 50 âgé entre un et dix-sept ans, au Canada, et un enfant sur 64 âgé entre cinq et dix-sept ans au Québec (Institut national de santé publique du Québec, 2015; Agence de la santé publique du Canada, 2022). Celui-ci est défini par deux domaines diagnostiques, soit des déficits persistants dans la communication et l'interaction sociale et la présence de comportements, intérêts ou activités restreints ou répétitifs, et ce, dès le jeune âge. Le premier domaine diagnostique comprend des déficits de la réciprocité sociale ou émotionnelle; des déficits des comportements de communication non verbaux utilisés au cours

¹ Selon l'étude de Fecteau et al. (2024), le terme « personne autiste » est celui préféré par la communauté autiste elle-même.

des interactions sociales; ainsi que des déficits du développement, du maintien et de la compréhension des relations. Concrètement, ces difficultés se présentent dans la vie quotidienne par des réactions inappropriées dans un contexte social (p.ex. expressions émotionnelles) ainsi qu'une mauvaise lecture des interactions non verbales (p.ex. reconnaissance des émotions chez autrui; American Psychiatric Association-APA, 2022; Joon et al., 2021). Le deuxième domaine comprend des comportements répétitifs, la présence de rituels ou routines non fonctionnels, des intérêts fixes, restreints et anormaux dans leur intensité ainsi que des particularités sensorielles (APA, 2022).

Ces symptômes sont présents dès la jeune enfance et davantage observables lorsque les demandes sociales excèdent les capacités de l'enfant à y répondre selon les attentes développementales. Ceux-ci mènent à des difficultés cliniquement observables dans plusieurs sphères de la vie soit sur le plan social, professionnel, scolaire, affectif, comportemental ainsi qu'au sein d'autres activités quotidiennes importantes (APA, 2022). Enfin, trois niveaux permettent de distinguer la sévérité de ce trouble, soit : le niveau 1 « Nécessitant un soutien », le niveau 2 « Exigeant un soutien substantiel » et le niveau 3 « Nécessitant un soutien très substantiel » (APA, 2022).

1.5.2 Le développement de l'expression des émotions chez l'enfant autiste

Comme susmentionné, le premier domaine diagnostique de l'autisme comprend les déficits sur le plan de la réciprocité émotionnelle et de la communication non verbale. D'abord, les lacunes quant à la reconnaissance des émotions chez les personnes autistes font l'objet d'un grand nombre de travaux de recherche. Ainsi, comme mis de l'avant par la méta-analyse de Trevisan et Birmingham (2016), plusieurs études s'intéressent davantage à la capacité des enfants autistes à reconnaître et décoder les émotions chez autrui. D'ailleurs, cette méta-analyse

s'intéresse à la relation entre la capacité à décoder les émotions et le fonctionnement adaptatif chez les personnes autistes âgées entre 5 et 41 ans (Trevisan & Birmingham, 2016). Les résultats de cette méta-analyse montrent que la capacité à reconnaître les expressions faciales est positivement corrélée avec, entre autres, le fonctionnement adaptatif. Cela pourrait donc expliquer que les déficits dans la capacité de décoder des émotions contribueraient aux lacunes globales des habiletés sociales et des atypies interpersonnelles caractéristiques de l'autisme.

En fait, les enfants autistes se référeraient davantage à d'autres parties du visage que les yeux pour obtenir des informations sur l'état émotionnel d'autrui (Smith et al., 2005). Pourtant, la région des yeux est particulièrement importante pour identifier l'émotion de la peur (Kliemann et al., 2010; Leppänen & Nelson, 2006). Quant à eux, les enfants neurotypiques, âgés entre 4 et 8 ans, présenteraient de meilleures capacités à décoder des émotions négatives (tristesse et peur) comparativement aux enfants autistes du même âge (Shanok et al., 2019).

Toutefois, moins d'études se sont intéressées aux expressions faciales émotionnelles émises par les enfants autistes (Trevisan et al., 2018). Pourtant, dès les premières descriptions de l'autisme proposées par Kanner (1968) et Asperger (Frith & Mira, 1992; Grossman et al., 2013), les expressions faciales ont été associées à des expressions vocales dont la prosodie est atypique ou inhabituelle, comprenant le rythme, le débit de la parole et l'intonation de la voix (Van Santen et al., 2010). Certains chercheurs ayant étudié la production des expressions faciales se sont intéressés à la manière dont les enfants autistes se distinguent des enfants neurotypiques dans l'expression des émotions positives, négatives, neutres, ou autre.

Dans cette optique, les expressions émotionnelles des enfants autistes sont parfois définies comme « plates », voire absentes. Des études ont notamment constaté une tendance chez les enfants autistes à présenter plus d'émotions neutres que les enfants neurotypiques et ceux

présentant un retard développemental (Bieberich & Morgan, 2004; Guha et al., 2018; Trevisan et al., 2018; Yirmiya et al., 1989). Une récente étude a d'ailleurs suggéré que les signes précurseurs de l'autisme comprennent une tendance à présenter davantage d'expressions faciales émotionnelles « neutres » que les enfants neurotypiques, ce qui se manifesterait autant dans la qualité des expressions faciales que dans le partage de celles-ci avec les autres (Carpenter et al., 2021). Dès l'âge de 12 mois, les enfants autistes présenteraient une gamme plus limitée d'expressions faciales et éprouveraient des difficultés à les associer à leur regard dans le cadre de la référence sociale (p. ex., l'attention conjointe), comparativement aux enfants neurotypiques ou présentant un retard de développement (Filitier et al., 2015; Gangi et al., 2014). Selon Guha et al. (2018), la complexité réduite des expressions émotionnelles pourrait, entre autres, être expliquée par un manque de variabilité, subtilité ou richesse des expressions faciales globales.

La littérature relève également moins d'expressions faciales émotionnelles positives et plus d'expressions faciales négatives, et ce, tôt dans le développement autistique (Clifford et al., 2013; Garon et al., 2009; Macari et al., 2017; Paterson et al., 2019; Zwaigenbaum et al., 2013). Cette tendance se confirme au sein d'une récente étude dans laquelle les enfants autistes présentent moins d'expressions émotionnelles positives que ceux neurotypiques, en plus d'une réduction moyenne des unités d'action (c.-à-d., mouvements faciaux) relatives au coin de la bouche relevé, lorsqu'exposés à des vidéos drôles (Bangerter et al., 2020). En contexte social, des auteurs ont montré qu'en interaction avec un proche significatif, plus d'émotions négatives seraient exprimées par les enfants autistes que neurotypiques (Capps et al., 1993). De même, la faible expression d'émotions positives lors d'interactions sociales chez les enfants autistes serait selon certains auteurs, un signe précurseur de l'autisme (Garon et al., 2009). Plus généralement, les alterations dans l'expression émotionnelle, qu'elles soient émotions positives ou négatives,

compteraient parmi les marqueurs développementaux les plus précoces du trouble (Zwaigenbaum et al., 2013). Cependant, dans un contexte impliquant des stratégies standardisées pour induire des émotions positives (joie) et négatives (colère et peur), plutôt qu'un environnement social, Macari et al. (2018) ne corroborent pas les constats précédents. Au contraire, ces auteurs ont été surpris par la complexité et l'étendue des expressions émotionnelles véhiculées par les jeunes enfants autistes. Par ailleurs, lorsqu'exposé à un environnement adapté aux particularités autistiques, Jacques et al. (2022) ont montré que les enfants autistes présentaient autant d'émotions positives, négatives et neutres comparés à leurs pairs neurotypiques.

Les résultats variables entre les études rendent compte de la particularité des expressions émotionnelles chez l'enfant autiste. Bien que certains proposent une réduction de la complexité de l'expression émotionnelle (Guha et al., 2018), d'autres affirment le contraire (Grossman et al., 2013; Jacques et al., 2022; Macari et al., 2018; Yirmiya et al., 1989). Malgré la divergence de point de vue, plusieurs études soulignent l'apparence « bizarre », « atypique », « inconnue », « mécanique », « rigide » ou « unique » des expressions faciales émotionnelles chez les personnes autistes (Jacques et al., 2022; Loveland et al., 1994; Yirmiya et al., 1989). En fait, une étude suggère que la combinaison d'émotions positives et négatives, ainsi qu'une prosodie atypique, influence la précision de l'interprétation du message dans des contextes sociaux avec des pairs neurotypiques (Capps et al., 1993). D'autres ajoutent que les personnes autistes présenteraient des expressions émotionnelles spontanées de moins bonne qualité, pouvant donc expliquer l'impression d'ambiguïté et d'étrangeté rapportée par des personnes neurotypiques lorsqu'en interaction avec des pairs autistes (Briot et al., 2021). Ces différences peuvent donc avoir un impact considérable sur leurs interactions sociales. À titre d'exemple, Stagg et ses collaborateurs (2014) ont demandé à des adultes et des enfants, naïfs au diagnostic des jeunes

participants, de codifier des vidéos d'enfants pour l'expressivité et le désir de jouer ou de se lier d'amitié avec ceux-ci. À travers toutes les mesures d'amitié, les acteurs autistes étaient cotés plus bas que les acteurs neurotypiques et significativement plus bas au score composite. En fait, le plus faible niveau d'expressivité des acteurs autistes a fortement influencé la première impression des codificateurs neurotypiques (Stagg et al., 2014). Les auteurs suggèrent la possibilité que les enfants neurotypiques ayant coté les vidéos aient eu de la difficulté à comprendre et concrétiser l'intention des acteurs autistes, étant donné le manque d'entrain et d'initiative chez ceux-ci lors de scénarios sociaux pouvant donner l'apparence d'étrangeté (Stagg et al., 2014).

Ainsi, la littérature suscite des hypothèses quant aux différences évoquées entre la population neurotypique et autistique en ce qui concerne les expressions émotionnelles. Certains auteurs soulèvent que les jeunes enfants autistes présenteraient une faible orientation vers le parent lors de l'exploration d'un nouvel objet (Dissanayake et al., 1996; Sigman et al., 1992). D'ailleurs, plusieurs études utilisant la cotation par des observateurs ont montré que les enfants autistes seraient moins portés à orienter leurs expressions faciales émotionnelles vers leur mère ou autre personne significative lors d'une interaction (Wieckowski et al., 2019). En fait, il semblerait que les enfants autistes manifestent moins d'expressions faciales en contextes sociaux ou, à l'inverse, que celles-ci s'avéreraient incongruentes au contexte (Briot et al., 2021).

Ces lacunes sur le plan social pourraient donc grandement limiter l'apprentissage de la valence émotionnelle à attribuer à un nouvel objet, menant ainsi à des réactions atypiques, voire absente, lors de telles situations (Blair, 2003). Ces concepts clés de la communication sociale, en plus d'un manque d'intérêt à entrer en contact avec autrui, pourraient donc contribuer au manque de réciprocité sociale et de relations significatives présenté par cette population (Baron-Cohen et al., 1985). Des auteurs ont d'ailleurs suggéré que le fondement des déficits sociaux repose sur la

difficulté à mentaliser et inférer les états mentaux d'autrui tels que les intentions, les croyances et les émotions (Baron-Cohen, 2005; Baron-Cohen & Goodhart, 1994). Conséquemment, l'interprétation erronée du message émotionnel véhiculé par les enfants autistes contribuerait aux difficultés importantes sur le plan relationnel, telles que décrites par les critères diagnostiques du premier domaine (APA, 2022).

Des différences quant aux expressions émotionnelles se présentent également selon les capacités intellectuelles et l'âge des enfants autistes. Les quelques études longitudinales ayant apprécié l'évolution des compétences émotionnelles des enfants autistes ont montré que celles-ci progressent au fil du temps et que le quotient intellectuel aurait une influence sur l'ampleur de cette progression (Bieberich & Morgan, 2004; Dissanayake et al., 1996; McGovern & Sigman, 2005). Selon la méta-analyse de Trevisan et al (2018), les enfants autistes ayant un QI plus faible produiraient des expressions faciales émotionnelles moins précises que ceux présentant un QI jugé dans la norme. Concrètement, bien que les enfants autistes d'âge préscolaire ayant un retard de développement aient des capacités affectives innées (c.-à-d., manifester, percevoir et réagir à une gamme d'émotions) similaires aux enfants neurotypiques du même âge, un écart plus important se creuserait entre les deux groupes à mesure qu'ils vieillissent (voir la revue développementale de Begeer et al., 2008). Cela se manifesterait principalement par la spontanéité des expressions émotionnelles et de l'orientation sociale (Begeer et al., 2008). En fait, avec l'âge, les enfants sont de plus en plus exposés à des situations sociales complexes et non structurées nécessitant une bonne compréhension des signaux sociaux.

À l'âge scolaire, chez les enfants ayant un QI plus faible, les déficits associés à l'orientation de leur expressivité sociale, l'intégration des informations émotionnelles dans des contextes sociaux complexes et l'inférence des états mentaux deviennent encore plus évidents et marquants

(Berger et al., 2008). Un écart est également observé entre les enfants autistes présentant un haut niveau de fonctionnement (c.-à-d., ayant un langage verbal développé et des capacités cognitives dans la moyenne ou supérieures) et ceux présentant un bas niveau de fonctionnement (c.-à-d., présentant des limitations plus importantes sur les plans cognitif, langagier et adaptatif; APA, 2022). Ceux avec un haut niveau de fonctionnement parviendraient, bien que plus tard qu'attendu (10-13 ans), à manifester des compétences en reconnaissance et en réaction aux émotions, en plus d'être capables de raisonner sur les aspects émotionnels de la vie quotidienne, de reconnaître les états subjectifs des autres et même de réfléchir à des émotions complexes (Berger et al., 2008). Les auteurs ajoutent que les enfants autistes de haut niveau développent une compréhension des émotions qui repose fortement sur leur intellect et nécessite des indices explicites pour être exprimées, particulièrement dans des contextes abstraits comme les tests de laboratoire. Cette compréhension émotionnelle, acquise tardivement, diffère des enfants au développement neurotypique, qui arrivent à reconnaître et à réagir aux émotions de manière plus intuitive et naturelle. Cependant, à noter que les résultats de cette méta-analyse découlent majoritairement d'études préconisant un contexte en laboratoire, ce qui rend la généralisation de ces résultats difficiles sous des conditions naturelles.

À la lumière de ces constats mitigés, une meilleure compréhension des expressions émotionnelles s'impose afin de mieux interagir avec cette jeune clientèle autiste, et ainsi, optimiser leurs relations interpersonnelles. Les données probantes soulignent également l'importance de bien les mesurer afin d'assurer une représentativité conforme à la réalité de ces particularités autistiques.

1.6 Comment mesure-t-on l'expression des émotions chez la population neurotypique?

1.6.1 Le modèle catégoriel

Un modèle catégoriel des émotions a d'abord vu le jour basé sur les travaux fondateurs de Charles Darwin en 1872. Ce modèle stipule que les émotions peuvent être classées selon des catégories distinctes. Toutefois, peu de consensus existe dans la littérature quant à la liste des émotions considérées comme basiques et fondamentales (Junier, 2022). La liste semble varier d'un auteur à l'autre selon la méthodologie et l'étendue de critères d'inclusion pour classer une émotion. Malgré cela, six émotions semblent faire l'unanimité à travers les modèles : colère, dégoût, peur, tristesse, joie et surprise (Junier, 2022). Or, d'autres auteurs ajoutent d'autres émotions à la liste d'émotions primaires. Ainsi, Tomkins ajoute le mépris, la honte, et l'intérêt pour un total de neuf, alors qu'Izard ajoute la culpabilité à la liste de Tomkins pour une somme de dix (Ekman, 1992; Izard, 1977; Junier, 2022).

Pour sa part, Plutchik (1980) identifie huit émotions de base, en ajoutant l'anticipation et l'acceptation aux six émotions déjà mentionnées. À partir de cette classification, il propose une approche originale en comparant les émotions à une palette de couleurs, permettant d'en explorer les nuances. Selon lui, les émotions primaires peuvent se combiner entre elles pour former des émotions secondaires plus complexes, telles que la jalousie, qui résulterait de la combinaison de la colère et de la peur. Contrairement aux émotions primaires, ces émotions secondaires ne présenteraient pas de schéma expressif ou physiologique distinct. Pour illustrer son modèle, Plutchik conçoit la « roue des émotions », dans laquelle sont représentées les différentes intensités de chaque émotion de base.

1.6.2 Le modèle dimensionnel

À l'inverse du modèle catégoriel des émotions, un modèle dimensionnel a été proposé par Wundt, Schlosberg et Russell, trois figures pionnières de cette approche (Junier, 2022; Russell, 1980; Schlosberg, 1954; Wundt, 1897/1998). Plutôt que de concevoir les émotions comme des

états distincts, ces auteurs les décrivent comme s'inscrivant sur un continuum défini par plusieurs dimensions fondamentales. Wundt fut le premier à proposer une modélisation tridimensionnelle de l'expérience émotionnelle, fondée sur les axes relaxation–tension, plaisir–déplaisir et calme–excitation (Wundt, 1897/1998). Schlosberg (1954), quant à lui, a développé un modèle bidimensionnel fondé sur l'analyse des expressions faciales, avec la valence (plaisir–déplaisir) sur l'axe vertical et l'attention (rejet–approche) sur l'axe horizontal, tout en plaçant l'état neutre au centre de cet espace. Finalement, Russell (1980) a proposé un espace bidimensionnel similaire basé sur la valence et l'activation (arousal), dimensions qui font aujourd'hui consensus dans la littérature. La valence permet de distinguer les émotions agréables (p. ex., joie) des émotions désagréables (p. ex., colère, tristesse), tandis que l'activation renvoie au degré d'excitation physiologique (p. ex., rythme cardiaque, respiration, sudation).

En somme, basé sur ces différentes approches, des outils ont été développés dans le but d'évaluer ou documenter, avec plus de précision, les expressions faciales émotionnelles ainsi que la manière dont elles se présentent où se distinguent d'une personne, culture et population à une autre.

1.6.3 Les outils de mesure et les contextes d'évaluation

La récente revue systématique de la littérature de Barrett et al. (2019) a documenté différentes expérimentations communes dans lesquelles des émotions sont induites et les expressions faciales mesurées. Cette revue de la littérature met en évidence les articles mesurant la fidélité, la spécificité et la généralisation de l'expression auprès de différentes populations, notamment des adultes, des enfants d'âge préscolaire et scolaire (Barrett et al., 2019). En général, ces études privilégient une expérimentation « production-expression » où les participants sont exposés à des objets, images ou évènements pouvant déclencher une réponse émotionnelle

(Barrett et al., 2019). Habituellement, cela consiste en la présentation d'images, d'objets ou de mise en scène sans contexte, suivi de questions d'introspection qualitatives permettant d'obtenir le ressenti de la personne à la suite de l'exposition (Barrett et al., 2019; Cordaro et al., 2018). Quant à elle, l'information quantitative est davantage obtenue lors de l'épisode émotionnel afin de prédire les mouvements faciaux observés et l'émotion ressentie (Barrett et al., 2019).

Différents outils de mesure sont employés pour documenter les mouvements des muscles faciaux impliqués dans l'expression des émotions. Barrett et al. (2019) distinguent les outils indépendants de l'observation directe, tels que l'électromyographie faciale (EMG), qui mesure les mouvements musculaires invisibles à l'œil nu, et ceux dépendant de l'observation, comme le Facial Action Coding System (FACS) et ses versions automatisées, qui décrivent les mouvements faciaux visibles (actions faciales). Ces outils seront détaillés ci-après pour illustrer leur utilité respective dans l'analyse des expressions émotionnelles.

La procédure la plus commune et sensible pour mesurer objectivement les mouvements faciaux est l'EMG qui permet de détecter l'activité électrique produite par les contractions musculaires à la suite d'une réponse à un stimulus visuel, auditif ou olfactif (Barrett et al., 2019; Tassinary & Cacioppo, 1992; Trevisan et al., 2018). Ceci est une manière objective de mesurer de tels mouvements faciaux qui ne sont pas nécessairement observables à l'œil nu (Tassinary & Cacioppo, 1992). Toutefois, cet outil comprend la pose de plusieurs électrodes sur le visage de la personne, ce qui peut s'avérer encombrant, surtout chez les enfants (Barrett et al., 2019). En conséquence, les études utilisant l'EMG ne ciblent que quelques muscles faciaux (entre 1 et 6) et sont typiquement chez les adultes (Barrett et al., 2019).

Les outils dépendant de l'observation peuvent impliquer, d'un côté, des codificateurs humains qui cotent les actions faciales à l'aide de vidéos enregistrées ou, d'un autre côté, un

système automatisé à partir de photographies ou vidéos (Barrett et al., 2019). En ce qui concerne l'évaluation des mouvements faciaux avec des codificateurs humains, le FACS est une approche systématique qui permet de décrire à quoi ressemble un visage lors de mouvements de muscles faciaux (Ekman et al., 2002). Bien que cet outil n'offre aucune information objective sur l'émotion présentée, les codes de ce système indiquent de manière descriptive la présence et l'intensité des mouvements faciaux. Le rôle des codificateurs est d'identifier les mouvements spécifiques, soit les unités d'action. Chaque unité d'action correspond à une contraction de muscles faciaux ou un regroupement de muscles faciaux distincts et visibles (Barrett et al., 2019; Ekman et al., 2002). En plus de la nouvelle version mise à jour du FACS (Ekman et al., 2002), de nouveaux systèmes de codage facial existent pour les jeunes enfants tels que le Baby FACS (Oster, 2006). La limite importante de cet outil concerne la grande implication en termes de formations, de temps et de ressources humaines nécessaires (Barrett et al., 2019).

L'évaluation des mouvements faciaux à l'aide d'algorithmes automatisés compense ces lacunes grâce à l'utilisation de systèmes de vision informatisés permettant de coder la plupart des unités d'action (c.-à-d. muscles faciaux; Martinez, 2017; Valstar et al., 2017). Cette méthode est décrite comme plus faisable afin d'observer des mouvements faciaux tels qu'ils se présentent dans la vie quotidienne (Barrett et al., 2019). Dans le cas où les images sont captées dans un contexte de laboratoire optimal, le codage FACS automatisé est fidèle à plus de 90% comparativement aux codificateurs humains (Benitez-Quiroz et al., 2016). Cependant, lorsque les conditions sont moins contraignantes, il y a une diminution marquée de la fidélité (< 83%; Benitez-Quiroz et al., 2017). Donc, malgré l'efficacité de l'outil automatisé, des algorithmes plus robustes sont nécessaires avant de complètement exclure les codificateurs humains de l'équation. Une combinaison des deux méthodes est alors fortement suggérée afin de favoriser la vitesse

d'exécution de l'étude et de se rapprocher de la généralisation des résultats selon un contexte écologique (Barrett et al., 2019).

1.7 Comment mesure-t-on l'expression des émotions chez la population autiste?

1.7.1 Conceptualisation de l'expression des émotions

Une récente méta-analyse, conduite par Trevisan et al. (2018), a proposé une conceptualisation de l'expression émotionnelle chez la population autistique. Les auteurs suggèrent trois dimensions à celle-ci, c'est-à-dire l'apparence visuelle, l'expressivité globale et la réciprocité. D'abord, l'apparence visuelle d'une expression faciale est le degré auquel celle-ci correspond aux normes neurotypiques ainsi que la justesse de la représentation de l'émotion qui tente d'être véhiculée (Capps et al., 1993; Gordon et al., 2014; Volker et al., 2009).

L'expressivité globale est la quantité, la fréquence et l'importance de l'émotion exprimée (Helt & Fein, 2016; Markodimitraki et al., 2013). Finalement, la réciprocité est définie par la capacité d'utiliser et de moduler l'expression faciale selon le contexte social, en plus d'identifier les déficits sur le plan de la réciprocité socioémotionnelle (Dawson et al., 1990; McGee et al., 1991). De plus, l'expression faciale émotionnelle peut se présenter de manière involontaire (« covert elicitation »), soit une réponse physiologique automatique, ou volontaire (« explicit elicitation »), soit lors d'une communication sociale ou lors d'une invitation à démontrer diverses expressions (McIntosh et al., 2006; Trevisan et al., 2018). Également, ces expressions sont plus susceptibles de se présenter lorsqu'un stimulus à connotation émotionnelle est présent dans l'environnement et où il y a un public pour percevoir l'expression (McIntosh et al., 2006).

1.7.2 Les outils de mesure et les contextes d'évaluation

Grâce à la méta-analyse de Trevisan et al. (2018), différents articles ont été recensés qui identifient et mesurent les composantes de l'expression faciale des émotions mentionnées ci-haut (c.-à-d. apparence visuelle, expressivité globale et réciprocité) exprimées par les enfants autistes. Ces méthodes ont été utilisées dans deux types de contextes, soit écologiques et expérimentaux.

D'abord, l'apparence visuelle de l'expression des participants est, dans certains cas, opérationnalisée par des scores subjectifs de la qualité et l'atypie à l'aide d'échelles de Likert (Gordon et al., 2014; Loveland et al., 1994; Yirmiya et al., 1989). Par exemple, le Computer Emotion Recognition Toolbox (CERT) est un système offrant une rétroaction immédiate de la qualité de la production de l'expression faciale émotionnelle afin de permettre à l'enfant de se réajuster en cours de route (Gordon et al., 2014). Dans d'autres cas, la précision avec laquelle des observateurs identifient l'émotion exprimée et l'intention est mesurée (Volker et al., 2009). À titre d'exemple, le Facial Expression Rating Form est un outil permettant de codifier, sur une échelle de Likert à six points (0 = pas du tout; 5 = beaucoup), la qualité de l'imitation des expressions émotionnelles (Volker et al., 2009).

Ensuite, l'expressivité de l'émotion est basée sur le nombre de fois, soit la fréquence, et la durée que l'expression émotionnelle s'est présentée durant une période déterminée (Capps et al., 1993; Dawson et al., 1990; Grossman et al., 2013; Snow et al., 1987). D'autres dimensions sont également ciblées telles que l'intensité de l'expression (Oberman et al., 2009; Stagg et al., 2014) ou le laps de temps entre l'exposition à un stimulus et la présentation de l'expression (c.-à-d. le temps de réaction; Legiša et al., 2013). Enfin, la réciprocité est mesurée selon le degré auquel les expressions faciales sont partagées dans un contexte écologique ou le niveau de précision avec lequel les participants imitent les stimuli d'expressions faciales observées (Dawson et al., 1990; McGee et al., 1991). Deux autres méthodes objectives sont également utilisées auprès de cette

population, soit l'EMG ainsi que des logiciels analytiques des expressions faciales (p. ex. FACS) décrits précédemment, surtout dans le cadre de contexte expérimental.

En somme, le contexte auquel les enfants autistes sont exposés est considéré comme ayant un impact considérable sur leurs compétences émotionnelles (Klin et al., 2003; Losh & Capps, 2006). La méta-analyse de Trevisan et al. (2018) souligne la prédominance d'études expérimentales par rapport aux études écologiques lorsqu'il est question de mesurer les expressions émotionnelles chez les jeunes enfants autistes. Il est toutefois discutable que de tels contextes peu naturels puissent prédire la manifestation de comportements spontanés, et ce, même chez une population neurotypique. De plus, la majorité des études préconisent une méthode basée sur les caractéristiques de la population neurotypique ou des individus non autistes pour mesurer les expressions faciales émotionnelles. Certaines études cherchent à éliciter des expressions émotionnelles de manière spontanée, tandis que d'autres tendent à les susciter verbalement en réponse à un stimulus présentant un modèle typique et/ou une situation adaptée à une population neurotypique (Capps et al., 1993; Grossman et al., 2013; Loveland et al., 1994). Ces méthodes incluent, entre autres, l'exposition à des situations sociales nécessitant à la fois une bonne capacité d'analyse de la communication non verbale (reconnaissance émotionnelle) et une réaction adéquate à celles-ci (expression émotionnelle), des habiletés particulièrement affectées chez les personnes autistes (APA, 2022). Le manque de contextes adaptés aux particularités autistiques, souligné dans la littérature, renforce directement la pertinence et l'importance de la présente étude.

1.8 Pertinence de ce projet

En général, une tendance se dessine à travers la recension des écrits : les études caractérisent l'autisme par l'expression de moins d'affects positifs et davantage d'affects négatifs

et neutres, et ce, autant chez des enfants d'âge préscolaire que scolaire (voir les métaanalyses de Briot et al., 2021 et Trevisan et al., 2018 ainsi que Bieberich & Morgan, 2004; Hirschler-Guttenberg et al., 2015). Plusieurs auteurs ont également mis en évidence la présence de plus d'affects atypiques ou incongruents chez les enfants autistes que chez leur contrepartie neurotypique et non autiste (Briot et al., 2021; Trevisan et al., 2018). Toutefois, ces études préconisent des contextes qui ne s'appuient pas sur des caractéristiques autistiques et, en conséquence, ne permettent peut-être pas d'observer l'éventail des expressions émotionnelles des personnes autistes (Filliter et al., 2015; Reddy et al., 2002; Jacques et al. 2022).

Pour ces raisons, la Situation de stimulation de Montréal (SSM), un contexte d'observation adapté aux particularités autistiques, a été élaborée par Jacques et al. (2018; 2022). Ce protocole d'observation semi-structuré permet d'observer les comportements et les émotions des enfants d'âge préscolaire lors de l'exploration d'objets par l'entremise de différentes périodes de jeu. Spécifiquement, les enfants explorent une pièce remplie de jouets et d'objets préalablement sélectionnés selon les intérêts des enfants autistes. La SSM est filmée afin de capturer et de codifier les comportements, les expressions émotionnelles et l'exploration d'objets en fréquence et en durée.

Jacques et al. (2022) ont montré que lorsqu'exposés à ce nouveau contexte, les enfants autistes et neurotypiques d'âge préscolaire expriment autant d'émotions positives, négatives et neutres. Les enfants autistes se différencient uniquement par la présence d'émotions non identifiables (renommées émotions inconnues par Jacques et al. 2022), par les codificateurs non autistes, contredisant ainsi plusieurs études (p. ex. Helt & Fein, 2016; Misailidi, 2002; Snow et al., 1987). Afin d'observer ces mêmes expressions émotionnelles dans la trajectoire de

développement, une SSM-2 adaptée aux enfants autistes d'âge scolaire a été développée (Jacques et al., soumis).

À la lumière des recherches limitées qui privilégient des contextes adaptés aux spécificités des enfants autistes, et en s'appuyant sur les résultats de Jacques et al. (2018, 2022), cette étude vise à offrir une compréhension plus représentative des expressions émotionnelles de ces enfants lorsque leurs centres d'intérêt sont pris en compte. Elle marque également une première étape vers une vision plus globale de la trajectoire développementale des expressions émotionnelles chez les enfants autistes.

1.9 Question et objectifs de recherche

Donc, on peut maintenant se poser la question suivante : à la suite de l'exposition à un contexte adapté aux particularités autistiques, quelle est la trajectoire développementale de l'expression des émotions chez les enfants autistes comparativement à celle des enfants neurotypiques? La présente étude répondra à cette question de recherche en 1) documentant la trajectoire développementale des émotions exprimées de l'âge préscolaire à l'âge scolaire (2-12 ans); 2) comparant les émotions exprimées par des enfants autistes et des enfants neurotypiques d'âge scolaire (9-12 ans); et en 3) documentant, comme objectif exploratoire, la variation des expressions faciales émotionnelles selon le profil cognitif.

À la lumière des résultats obtenus au sein de l'étude de Jacques et al. (2022), les hypothèses posées sont les suivantes : 1) les enfants autistes d'âge scolaire ne se différencieront pas des enfants neurotypiques en proportion, fréquence et durée des expressions émotionnelles positives, négatives et neutres dans un contexte stimulant et adapté à leurs particularités; et 2), il y aura plus d'expressions émotionnelles positives que négatives et moins d'émotions inconnues chez les

enfants autistes à l'âge scolaire qu'à l'âge préscolaire (Trevisan et al., 2018). Chez les enfants neurotypiques, il y aura plus d'expressions émotionnelles neutres et moins d'expressions émotionnelles positives et négatives (Sallquist et al., 2009).

CHAPITRE II

ARTICLE SCIENTIFIQUE

2.1 Présentation de l'article scientifique

Cet article sera soumis au *Journal of Autism and Developmental Disorders* au printemps 2025. Les coauteurs donnent leur accord pour que l'article figure dans le présent essai doctoral. Pour leur confirmation écrite, consulter l'Annexe B.

Exploring the Developmental Trajectory of Emotional Expressions in Autistic and Typical
Children: Insights from Adapted Observational Contexts

Katarina Sotelo^{1,2}, Catherina Lacelle^{1,2}, Isabelle Soulières^{2,3}, Claudine Jacques^{1,2}

1. Department of psychoeducation and psychology, Université du Québec en Outaouais, Gatineau, Québec, Canada
2. Centre de Recherche Évaluation Intervention Autisme Montréal (CREIA), Rivière-des-Prairies Hospital, Montreal, Canada
3. Department of psychology, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada

Corresponding author

Claudine Jacques, Department of psychoeducation and psychology,
Université du Québec en Outaouais
C.P. 1250, succursale Hull, J8X 3X7, Canada
Email: claudine.jacques@uqo.ca
Phone: 819-595-3900, ext. 2272

Acknowledgements

We are grateful to the families for their participation and contributions. We also wish to thank the research assistants from the *Laboratoire sur l'Unicité et la Diversité des Comportements et des Intérêts en Autisme* (LUDICA) and the *Laboratoire sur l'Intelligence et le*

Développement en Autisme (IDEA) for their invaluable support, which made this study possible. Special thanks to Victoria Jean and Ève Picard for coordinating the MSPS, as well as to the experimenters and coders who contributed over the years. Finally, we extend our gratitude to the researchers, autistic adults, and supporters who helped in the implementation of the MSPS and Isaora Zefania Dialahy for his support with the statistical analysis.

Declarations

Funding

This study was found by an Insights Grants by the Social Sciences and Humanities Research Council (SSHRC).

Competing interest

The authors have no known conflicts of interest to disclose.

Ethics approval and Consent

The study was approved by the research ethics committees of HRDP and Université du Québec en Outaouais. Written informed consent was obtained from each child's parent.

Authors' Contribution

Conceptualization: KS, IS, CJ; Methodology: KS, CL, IS, CJ; Formal analysis and investigation: KS, CL, CJ; Writing - original draft preparation: KS, CL, CJ; Writing - review and editing: KS, CL, IS, CJ; Funding acquisition: CJ.

2.2 Abstract

Purpose. Research indicates that autistic children tend to exhibit fewer positive facial expressions, and more neutral or negative ones than their neurotypical peers, with certain expressions being particularly challenging to interpret (Trevisan et al., 2018). However, in the Montreal Stimulating Play Situation (MSPS)—a context tailored to their interests—autistic preschoolers demonstrated levels of positive, neutral, and negative emotional expressions comparable to those of neurotypical children. However, they displayed a greater number of unrecognized or “unknown” emotional expressions (Jacques et al., 2022). This highlights the significance of context in researching the emotional development of autistic children. This study sought to document the developmental trajectory of emotional expressions in autistic children by documenting these expressions from preschool to school age (2-12 years). It also compared emotional expressions in autistic and neurotypical school-aged children (9-12 years) and explored how cognitive profiles may influence emotional expressions.

Methods. Twenty-five autistic and 25 neurotypical children participated in the study, and their emotional expressions (positive, neutral, negative, or unknown) were coded for both duration and frequency using Observer XT ©.

Results. From preschool to school age, autistic children demonstrated an increased frequency of neutral expressions, while neurotypical children exhibited a decrease in both the frequency and duration of positive expressions. By school age, autistic children expressed positive and unknown emotions more frequently and for longer durations than neurotypical children. Additionally, cognitive abilities, including IQ and fluid reasoning (Gf), influenced the frequency and duration of emotional expressions over development.

Conclusion. Adapted contexts offer valuable insights into the trajectory of emotional expression in autistic children, particularly regarding the persistence of unknown expressions.

Key words: Emotional expressions; developmental trajectory; autistic children; suited observational context; unknown facial expression

2.3 Introduction

Facial expressions are central to the diagnosis of autism spectrum condition (American Psychiatric Association-APA, 2022), but compared to the extensive research on emotion recognition abilities, less research has focused on how autistic individuals express their emotions (Trevisan & Birmingham, 2016; Trevisan et al., 2018). Therefore, it remains crucial to deepen our understanding of their emotional expressions, starting from the early stages of development. Over time, the DSM has consistently highlighted deficits in emotional facial expressions in autistic individuals, from being described as “flat” or “absent” in DSM-III-R to a “lack of emotional facial expressions” as a key diagnostic criterion in DSM-5 (see Jacques et al., 2022).

Research consistently indicates that autistic children exhibit more neutral facial expressions compared to neurotypical children and those with developmental delays (Bal et al., 2019; Briot et al., 2021). For example, Carpenter et al. (2021) found that autistic children exhibited a higher frequency of neutral expressions, both in terms of quality and emotional sharing, compared to neurotypical children and children with developmental delays aged 16 to 31 months, while watching short films. In fact, by 12 months, autistic children show a limited range of facial expressions and struggle to integrate them with gaze, leading to reduced emotional complexity and subtlety (Clifford et al., 2013; Guha et al., 2018). Bal et al. (2019) have even proposed that the rise in the frequency of neutral emotional expressions is one of the most consistent traits observed from early childhood to adolescence.

Research also indicates that autistic children show fewer positive and more negative facial emotional expressions than neurotypical children, starting from early development (Bangerter et al., 2020; Clifford et al., 2013; Garon et al., 2009; Helt & Fein, 2016; Macari et al., 2017; Northrup et al., 2024; Paterson et al., 2019; Snow et al., 1987; Zwaigenbaum et al., 2013). These

findings were consistent across both preschool and school-aged autistic children when compared to neurotypical children (Trevisan et al., 2018).

A smaller number of studies have documented atypical nature of facial expressions in autistic individuals (see Jacques et al., 2022). These findings, which trace back to early descriptions of autism by Kanner (1968, and later by Frith & Mira, 1992; Grossman et al., 2013), challenge the notion that facial expressions in autism are merely absent or flat. Instead, they suggest that autistic children display a wide range of emotional expressions, albeit in distinctive and sometimes unconventional ways (Grossman et al., 2013; Jacques et al., 2022; Yirmiya et al., 1989). This diversity may contribute to the “peculiar,” “atypical,” or “unique” appearance of facial expressions often observed in autistic individuals (Briot et al., 2021), which led Jacques et al. (2022) to categorize them as “unknown emotions”. These observations underscore the need to further explore emotional expressions in autistic children across their developmental trajectory.

In neurotypical children, facial components related to emotional expression develop shortly after birth (Sullivan & Lewis, 2003), with social referencing occurring between 8 to 10 months, where adults’ reactions influence these expressions (Blair, 2003). As children age, they enhance their ability to regulate facial expressions and mask socially unacceptable emotions aligning with social norms (Buck, 1975; Odom & Lemond, 1972; Saarni, 1984; Yarczower et al., 1979). Facial emotional expressions become more complex from age 5 to 13 with brain maturation (Blair, 2003; Ekman et al., 1980; Grossard et al., 2018). Research also shows improvements in emotional expression among autistic children, particularly those with higher intellectual potential (Dissanayake et al., 1996; Trevisan et al., 2018). However, there is a significant gap in studies examining the developmental trajectory of emotional facial expression in autistic children while considering their intellectual level.

2.3.1 Methods for Measuring Facial Expressions of Emotion in Autistic Children

Spontaneous facial expressions in preschool and school-age autistic and neurotypical children are often measured by analyzing their frequency and duration in settings not designed for autistic children, such as during exposure to emotionally stimulating or funny videos (see Trevisan et al.'s 2018 meta-analysis, and also Bangerter et al., 2020; Carpenter et al., 2021; Derbali et al., 2023). In these contexts, autistic children show fewer facial expressions, and for shorter duration, than their neurotypical peers, with a tendency for fewer positive and more negative facial emotional expressions.

These contexts may not fully capture the unique characteristics of autistic children, particularly in social settings, and may limit the emotional expressions observed (Drimalla et al., 2021; Filliter et al., 2015; Reddy et al., 2002). This could amplify difficulties related to social reciprocity leading to behaviors perceived as atypical (Rosello et al., 2020). In fact, studies show that the facial expressions of autistic children often show notable incongruencies, which are often misaligned with the social context (Liu et al., 2023; McGee et al., 1991; Snow et al., 1987). Moreover, research comparing different types of settings found significant differences in social communication behaviors, emphasizing the importance of context in studying autistic children (Bauminger-Zviely & Shefer, 2021).

To help bridge this notable gap, Jacques et al. (2018; 2022; submitted) developed the preschool and school age Montreal Stimulation Play Situations (MSPS), two semi-structured observation protocols tailored to the characteristics of autistic children. These protocols allow for the observation of repetitive behaviors, interests and emotional expressions in preschool and school age children during object exploration through various play periods. When exposed to the preschool version, Jacques et al. (2022) found that both autistic and neurotypical children

expressed similar amounts of positive, negative, and neutral emotions, which contrasts with previous results (Briot et al., 2021; Trevisan et al., 2018). The two groups differed only in the presence of unknown emotions observed in autistic children.

In light of these findings, the present study aimed to further explore the developmental trajectory of emotional expression in autistic children compared to neurotypical children in a context suited to autistic characteristics. First, this study documented the developmental trajectory of emotional expressions from preschool to school age in both autistic and neurotypical children. Second, it compared the emotions expressed by school-aged autistic and neurotypical children. Finally, the variations in facial emotional expressions according to cognitive profiles were explored.

In line with the findings of Jacques et al. (2022), it was hypothesized that school-aged autistic children would not differ from their neurotypical peers in terms of emotional expressions within an adapted context. In addition, it was expected that positive expressions would outweigh negative ones in both groups, and that unknown expressions would decrease from preschool to school age. Given the exploratory nature of the last objective, no hypothesis was formulated regarding the influence of cognitive abilities on emotional expressions.

2.4 Method

This study is part of an extensive, longitudinal study at Rivière des Prairies Hospital focused on characterizing autistic children by documenting emotional expressions, repetitive behaviors, interests, as well as their cognitive profiles (Girard et al., 2023; Jacques et al., 2018; Jacques et al., 2022). At the initial time point conducted between 2014 and 2020, autistic and neurotypical children completed the Montreal Stimulating Play Situation-MSPS preschool

version. Subsequently, all children aged between 6 and 11 years 11 months years old were re-contacted to take part in the new version of the MSPS adapted for school-aged children (MSPS-2).

More specifically, autistic children were selected through the autism database of Rivière-des-Prairies Hospital (HRDP, Montreal, Canada). They were evaluated at the autism specialized clinic of HRDP by a multidisciplinary team including psychiatrists and professionals. The evaluation was grounded in clinical judgment and relied on standardized tools (e.g., Autism Diagnostic Observation Schedule-ADOS, Generic or second edition), ensuring that the child met the DSM-5 diagnostic criteria for autism (APA, 2022). Exclusion criteria comprised identified genetic condition and severe motor delays (e.g. not able to stand and walk). Neurotypical children were recruited through local daycare centers or social networks. Their parents completed an in-house screening questionnaire to confirm the absence of developmental delays, medical or genetic condition, as well as no autistic individuals in the immediate family. The study was approved by the research ethics committees of HRDP and Université du Québec en Outaouais. Written informed consent was obtained from each child's parent.

2.4.1 Participants

Fifty children participated in the present study, with half belonging to the autistic group (4 girls, 21 boys) and the other half to the neurotypical group (11 girls, 14 boys). To be included in the study, participants had to meet these two inclusion criteria: (1) having participated in the MSPS-1 and (2) aged between 9 and 11 years old and 11 months (108-143 months) when completing MSPS-2. This age range was chosen to better assess developmental trajectories. Importantly, all children whose parents consented to the follow-up study (MSPS-2) after participating in the MSPS-1 were included. The average age of autistic and neurotypical children

at the completion of the MSPS-1 was 49.7 ($SD = 11.5$) and 43.6 months ($SD = 12.2$), respectively, while at the completion of the MSPS-2, the mean ages were 130.5 ($SD = 8.3$) and 132.2 ($SD = 9.5$) months respectively (refer to Table 1 for participant characteristics and Supplementary Table A for the families' sociodemographic characteristics). On average, there was a gap of 84.68 months between the two timepoints, ranging from 52 to 121 months.

Autistic and neurotypical groups were matched on age at the two timepoints (see Table 1). As expected, the boys to girls ratios differed in the two groups, reflecting the known diagnostic disparities (male-to-female ratio typically 4:1 in autism; APA, 2022).

Table 1

Participant Sociodemographic and Clinical Characteristics

Total sample	Autistic <i>n</i> = 25	Neurotypical <i>n</i> = 25	<i>p</i>
Mean age in months (<i>SD</i>) at MSPS-1	49.7 (11.5)	43.6 (12.2)	0.078
Age range in months	30.0-68.0	19.0-70.0	
Mean age in months (<i>SD</i>) at MSPS-2	130.5 (8.3)	132.2 (9.5)	0.497
Age range in months	109.0-142.0	113.0-143.0	
Boys : girls	21 :4	14 :11	0.031
Child's place of birth			
Province of Quebec	7 (28%)	14 (56%)	
Other Canadian provinces	5 (20%)	1 (4%)	
Outside Canada	3 (12%)	0	
Missing	10 (40%)	10 (40%)	

Note. Mean age in months at MSPS-1 and MSPS-2, and Boys-to-girls ratio are all t-tests.

There were no inclusion criteria related to IQ or language abilities. This approach allowed for a more diverse autistic sample accurately reflecting the diversity of the autism spectrum. Full-scale IQ (FSIQ) scores on the Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Fourth Edition (WPPSI-IV) and Wechsler Intelligence Scale for Children-Fifth Edition (WISC-V) were

significantly lower in the autistic than in the neurotypical group, but fluid reasoning abilities at both timepoints, measured by the Raven’s Coloured Progressive Matrices – Board form (RCPM-BF) and Raven’s Progressive Matrices-2 (RPM-2), did not differ between the two groups (see Table 2 for cognitive and adaptative assessment scores at both measurement time points and Supplementary Table B for the ADOS scores).

Table 2

Cognitive and Developmental Assessment Scores in Percentiles

	Autistics (21 boys, 4 girls)			Neurotypical (14 boys, 11 girls)			<i>p</i>
	<i>n</i>	<i>M</i> (SD)	Range	<i>n</i>	<i>M</i> (SD)	Range	
MSPS-1							
WPPSI-FSIQ ^a	13	42.08 (29.13)	1.0-90.0	22	81.64 (17.35)	34.0-99.0	<0.001
RCPM-BF ^a	13	87.58 (20.78)	25.0-99.0	18	85.99 (16.23)	50.0-99.0	0.812
MSPS-2							
WISC-FSIQ ^a	22	20.60 (29.77)	0.05-91.0	25	61.12 (25.48)	2.0-99.9	<0.001
RPM-2 ^a	20	40.02 (32.90)	0.05-97.0	25	43.72 (27.50)	1.0-94.0	0.683

Note. *N* represents the number of children for whom data were available; *M*: Mean; SD: Standard Deviation; FSIQ: full-scale IQ; RCPM-BF: Raven’s Coloured Progressive Matrices – Board form; RPM-2: Raven’s Progressive Matrices-2; VABS-III: Vineland Adaptative Behavior Scales-III; ^aPercentiles; WPPSI-FSIQ, WISC-FSIQ, RCPM-BF and RPM-2 are all T-tests.

2.4.2 Measurement Instruments

2.4.2.1 MSPS-1. The MSPS-1 is a semi-structured observational context including objects of interest of autistic children that documents behaviors (*n* = 48), objects explored (*n* = 40) and emotional expressions (*n* = 5) in preschool-aged autistic children and neurotypical or other clinical groups. The MSPS-1 lasts approximately 30 minutes and includes four play periods supervised by an experimenter throughout the whole observational context: 1) free play 1 (5 min), 2) semi-free play (5 min), 3) semi-structured play (15 min), and 4) free play 2 (5 min). See

Supplementary Table C for the details of the MSPS-1 and Jacques et al. (2018) for an extensive description of the development of the MSPS-1.

2.4.2.2 MSPS-2. The MSPS-2, adapted for school age autistic children, followed the same principles as the MSPS-1. It also aims to identify the repetitive behaviors, objects explored and emotional expressions within the same groups of children as the MSPS-1. The approximately 35-minute MSPS-2 comprises four distinct play periods in which objects of interest ($n = 43$), representing 12 themes, are presented to the child. An experimenter also supervised the whole observational context: 1) semi-free play period (5 min), 2) semi-structured play period (5 min), 3) semi-free play (5 min), and 4) free play (15 min). See Supplementary Table D and Jacques et al. (submitted) for the details of the MSPS-2.

2.4.2.3 Recording and Video Quality. The camera setup and recording quality align with the descriptions provided in the studies by Jacques et al. (2018, 2022). The filming method was modified over time to better capture the child's emotional expressions during play periods, with the number of cameras varying from one to four (See Supplementary Table E for how play sessions were recorded and Supplementary Table F for the spatial distribution of cameras in the room). All procedures ensured a clear view of the child's face. The iPad was mounted on a tripod and angled towards a mirror to capture a clear reflection of the child's face. The recording quality proved adequate for coding the emotional expressions of the participants in both the MSPS-1 and MSPS-2.

2.4.2.4 Video Coding and Emotional Rating Grid. The emotional expression rating grid (see Table 3) used in this study was developed as part of the MSPS-1 study (see Jacques et al., 2022 for details on the elaboration of the grid). This grid enables coders to categorize children's emotional expressions in terms of valence: 1) positive, 2) negative, 3) neutral, 4) unknown, and 5) "face not visible" (identified as "impossible to determine" in Jacques et al., 2022).

Table 3*Descriptions of Emotional Expressions*

Emotional expressions	Description
Positive emotions	<ul style="list-style-type: none"> • Smile without teeth showing (e.g. closed mouth) • Smile with teeth showing
Negative emotions	<ul style="list-style-type: none"> • Open mouth (fear) • Frowning • Lips pulled down • Crying
Neutral emotions	<ul style="list-style-type: none"> • No facial expression
Unknown emotions	<ul style="list-style-type: none"> • Impossible to identify the facial expression as positive, negative or neutral
Face not visible (or Impossible to determine)	<ul style="list-style-type: none"> • Impossible to see the facial expression (do not see the face) • Incorrectly positioned to see the face

In the present research, the coding of emotional expressions was carried out as in the initial study (Jacques et al., 2022). Two coders rated the emotional expressions of children exposed to the MSPS-1 and MSPS-2, using *Observer XT 11* coding system to specify the frequency and duration of each emotional expression. The coders, naive to the children’s group status and purpose of the study, had comparable knowledge of autism to the general population. To assess inter-rater reliability, 20% of videos were randomly selected and double-coded using a fine-grained method recommended by Walter et al. (2019), which calculates agreement for frequency and duration at 0.01-second intervals (see Supplementary Table G for the formulas). Coders were trained until they reached at least 90% agreement.

2.4.2.5 Neuropsychological Testing

2.4.2.5.1 Full-Scale IQ (FSIQ). In the first measurement phase, the Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Fourth Edition (WPPSI-IV; Wechsler, 2012) was administered to assess global intellectual functioning. In the second measurement phase, the Wechsler

Intelligence Scale for Children-Fifth Edition (WISC-V; Wechsler, 2003) was administered. Both versions were administered by a trained graduate student in psychology.

2.4.2.5.2 Fluid Reasoning Abilities (Gf). The Board Form of the Raven's Colored Progressive Matrices (RCPM; Raven & Court, 1998), administered at first timepoint, and the Raven's Progressive Matrices-2 (RPM-2; McLeod et al., 2021), administered at second timepoint, assessed fluid intelligence. These assessment tools were selected for their focus on autistic strengths, and their propensity to better reflect autistic children's intellectual abilities (Courchesne et al., 2015; Dawson et al., 2007). Percentiles were calculated from participants' raw scores using Netherlands norms spanning from 3 years 9 months to 10 years 2 months for the RCPM-BF and recent norms for the RPM-2 (McLeod et al., 2021). Both versions were also administered by a trained graduate student in psychology.

2.4.3 Procedure

At the first measurement timepoint, preschool-aged participants took part in the MSPS-1, followed by one to three subsequent visits dedicated to cognitive assessments, including the WPPSI-IV and RCPM-BF. At the second timepoint, school-aged children participated in the MSPS-2, with cognitive functioning assessed in the following one to three visits using the WISC-V and RPM-2.

2.4.4 Statistical Analyses

The chosen analyses enabled both intergroup and intragroup comparisons of expressed emotions in terms of frequency, duration, and proportion of children expressing an emotion among autistic and neurotypical children during the MSPS-1 and MSPS-2. Examination of the variables for kurtosis and skewness revealed non-normal distributions due to substantial variability in the frequency and duration of expressed emotions. The Shapiro-Wilk test confirmed

that most data did not follow a normal distribution, with a few exceptions (see Supplementary Table H). Consequently, non-parametric analyses were used to address the research objectives. Although there is ongoing debate about appropriateness of statistic corrections, especially given the limited number of analyses performed in this study ($n = 4$; Armstrong, 2014; Streiner, 2015), the Holm-Bonferroni correction was applied to adjust the significance level and minimize the likelihood of Type I errors.

The data were processed using both Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, version 24.0) and R software. SPSS was employed for simpler analyses, including descriptive statistics, the Mann-Whitney U test, and the Wilcoxon signed-rank test. R software was used for multivariate models (e.g., mixed longitudinal regression).

First, the Wilcoxon Signed-Rank test was used for intragroup comparisons of expressed emotions in terms of frequency and duration across the two timepoints (MSPS-1 and MSPS-2). Since MSPS-1 lasts 30 minutes and MSPS-2 lasts 35 minutes, all variables (frequency and duration of each emotion) were standardized to a common denominator of 30 minutes (or 1800 seconds), allowing for fairer comparisons over time. The effect size was calculated post hoc using the correlation coefficient r , as recommended for non-parametric tests (Tomczak & Tomczak, 2014). An effect size of 0.1-0.24 was considered small, 0.25-0.39 medium, and 0.40+ large (Dunst & Hamby, 2012). Additionally, the proportion of autistic children who expressed each emotion during MSPS-1 and MSPS-2 was compared using the McNemar test, with the same analysis performed for the neurotypical group.

Second, intergroup comparisons (autistic versus neurotypical) of the mean ranks of expressed emotions (i.e., positive, negative, neutral, unknown, and “face not visible”) in terms of frequency and duration during the MSPS-2 were conducted using the Mann-Whitney U test.

Effect size was calculated as described above. The proportion of children who exhibited these same emotional expressions in each group was compared using Fisher's exact test.

Finally, exploratory mixed longitudinal regressions were used to examine how cognitive abilities (either WISC-FSIQ or RPM-2 scores) predict changes in the duration and frequency of emotional valence levels (positive, negative, neutral, and unknown) in both autistic and neurotypical children over time. For each behavioral measure (duration and frequency), a linear mixed model was estimated with the Time*Group*Cognitive abilities interaction as fixed effects and Time by participant ID as random effects. We used R package `rmler::robustlmm` to fit the model parameters using the Robust Scoring Equations Estimator approach (Koller, 2016). This method supports non-normality of the data and makes no assumptions about the distribution.

2.5 Results

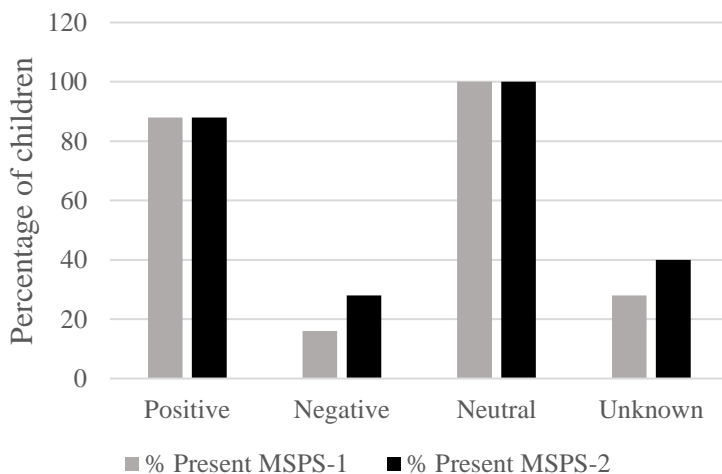
2.5.1 Developmental Trajectories of Emotional Expressions from the MSPS-1 to MSPS-2 in Autistic and Neurotypical Children

In the autistic group, there was no difference in the duration of “face not visible” codes between the two timepoints ($Z = -1.41, p = 0.158$). No significant differences in mean ranks for frequency and duration of expressed positive (frequency: $Z = -1.01, p = 0.626, r = 0.14$; duration: $Z = -1.39, p = 0.332, r = 0.20$), negative (frequency: $Z = -0.70, p = 0.483, r = 0.10$; duration: $Z = -0.84, p = 0.401, r = 0.12$) and unknown (frequency: $Z = -2.06, p = 0.117, r = 0.29$; duration: $Z = -2.06, p = 0.156, r = 0.29$) facial expressions across timepoints in the autistic group. Autistic children expressed a higher frequency of neutral facial expressions ($Z = -3.11, p = 0.008, r = 0.44$: medium to large effect size) during the MSPS-2 relative to MSPS-1, but the duration of neutral expressions did not differ between the two situations ($Z = -1.66, p = 0.294, r = 0.23$). See Supplementary Table I for complementary information.

No significant differences in the proportion of autistic children expressing positive (MSPS-1: 88%, MSPS-2: 88%, $p = 1.000$), negative (MSPS-1: 16%, MSPS-2: 28%, $p = 0.375$), neutral (MSPS-1: 100%, MSPS-2: 100%) or unknown (MSPS-1: 28%, MSPS-2: 40%, $p = 0.508$) facial expressions were shown when comparing MSPS-1 and MSPS-2 (see Figure 1). Among the seven autistic children who exhibited unknown facial expressions in the MSPS-1, four continued to display them in the MSPS-2, with an additional six autistic children showing these expressions for the first time in the MSPS-2.

Figure 1

Proportion of Autistic Children Expressing each Emotion in the MSPS-1 and MSPS-2



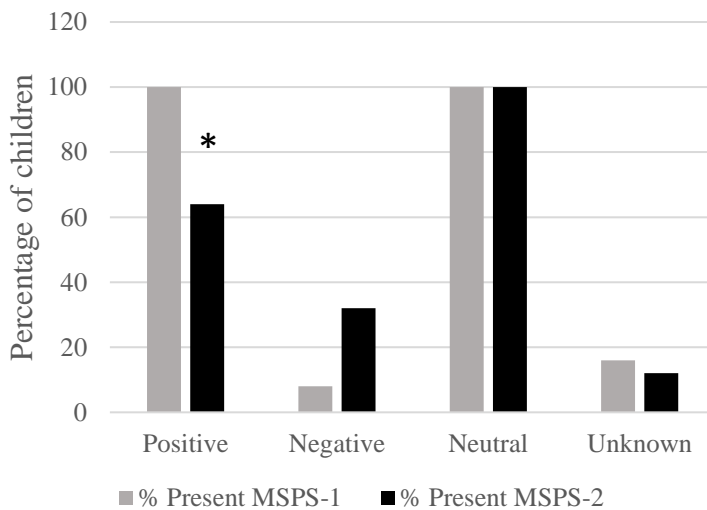
In the neurotypical group, there was no difference in the duration of “face not visible” codes between the two timepoints ($Z = -0.47$, $p = 0.638$). Neurotypical children did not differ between the two timepoints for frequency and duration of expressed negative (frequency: $Z = -1.37$, $p = 0.344$, $r = 0.19$; duration: $Z = -1.24$, $p = 0.428$, $r = 0.18$), neutral (frequency: $Z = -1.57$, $p = 0.345$, $r = 0.22$; duration: $Z = -1.84$, $p = 0.195$, $r = 0.26$) and unknown (frequency: $Z = -0.31$, $p = 0.753$, $r = 0.04$; duration: $Z = -0.11$, $p = 0.917$, $r = 0.02$) facial expressions. In contrast, positive facial expressions were significantly less frequent ($Z = -4.37$, $p < 0.004$, $r = 0.62$) and

of shorter duration ($Z = -4.37, p < 0.004, r = 0.62$) at MSPS-2, both with a large effect size. See Supplementary Table J for complementary information.

A higher percentage of neurotypical children presented positive facial expressions at MSPS-1 (100%) compared to MSPS-2 (64%; $p = 0.004$). The proportion of children displaying negative, neutral and unknown facial expressions did not significantly differ between MSPS-1 and MSPS-2 (negative: 8% to 32%, $p = 0.70$; neutral: 100% to 100%; unknown 16% to 12%, $p = 1.000$) (see Figure 2). Of the four neurotypical children displaying unknown expressions in the MSPS-1, only one consistently showed them in the MSPS-2, while two others exhibited them for the first time during the MSPS-2.

Figure 2

Proportion of Typical Children Expressing each Emotion in the MSPS-1 and MSPS-2



Note. * $p < 0.05$

2.5.2 Comparison of Facial Emotional Expressions Between Autistic and Neurotypical Children During the MSPS-2

Since sex ratio was close to 50/50 in the neurotypical group, frequency and duration of each emotional valence (i.e., positive, negative, neutral and unknown) was compared between

boys and girls during the MSPS-2. No significant sex differences were found in the neurotypical group (see Supplementary Table K), therefore we assumed that sex did not have a substantial impact on facial emotion expression.

Regarding segments coded as “face not visible,” no significant difference in duration was found between the autistic group ($M = 969.80$, $SD = 363.27$) and the neurotypical group ($M = 982.21$, $SD = 404.58$) during the MSPS-2 ($U = 256.00$, $p = 0.273$; see Supplementary Table L).

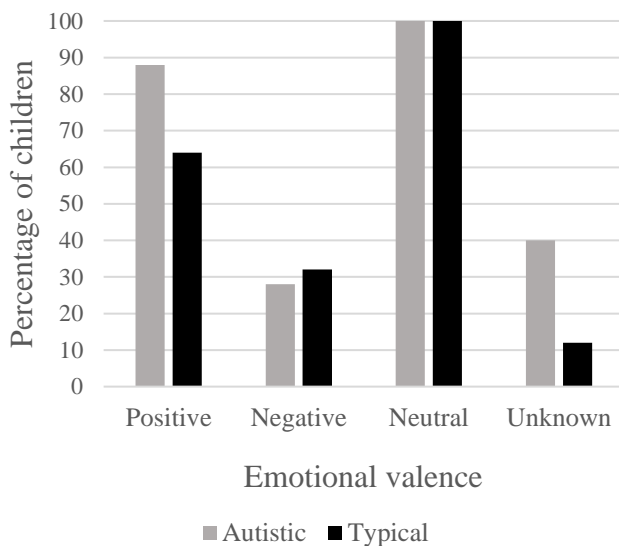
Positive facial expressions were more frequent ($U = 189.00$, $p = 0.045$, $r = 0.34$) and lasted longer ($U = 183.00$, $p = 0.044$, $r = 0.36$) in the autistic group compared to the neurotypical group with a medium effect size. Unknown facial expressions were also significantly more frequent ($U = 218.50$, $p = 0.036$, $r = 0.34$) and lasted longer in the autistic group ($U = 217.00$, $p = 0.048$, $r = 0.34$) with a medium effect size. Autistic children also had more occurrences of neutral facial expressions than neurotypical children ($U = 131.00$, $p = 0.004$, $r = 0.050$, large effect size), whereas they did not differ in total duration ($U = 275.00$, $p = 0.934$, $r = 0.10$). Autistic and neurotypical children did not differ in frequency ($U = 297.50$, $p = 0.719$, $r = 0.05$) and duration ($U = 299.00$, $p = 0.747$, $r = 0.05$) of negative facial expressions. See Supplementary Table M for additional information.

No significant group differences were found in the proportion of children exhibiting each facial expression after the correction, though trends were observed (see Figure 3). A higher proportion of autistic children exhibited unknown facial expressions compared to their neurotypical peers (autistic: 40%, neurotypical: 12%), with the difference approaching statistical significance ($p = 0.051$). There was also a trend towards a higher proportion of autistic children displaying positive facial expressions compared to neurotypical children (autistic: 88%, neurotypical: 64%, $p = 0.095$). There were no significant differences between the two groups in

the proportion of children expressing negative (autistic: 28%, neurotypical: 32%, $p = 1.000$) or neutral (100% in both groups) facial expressions.

Figure 3

Proportion of Autistic and Typical Children who Expressed Each Emotions in the MSPS-2



2.5.2.1 Visual Representations of Unknown Emotions. Although it was not initially an

objective, the persistence of unidentified facial expressions in school age autistic children prompted us to further explore these data. Using FaceGen software (Singular Inversions, 2023), representations were manually generated to allow the visualization of some unknown emotional expressions exhibited by MSPS-1 and MSPS-2 autistic participants (see Figure 4 and Supplementary Table N for detailed process in creating the visual representations).

Figure 4

FaceGen Representations of Unknown Emotional Facial Expressions

Unknown facial expressions of autistic preschoolers	
Description: Muscle twitching	Description: Mouth stretched towards the extremities



Unknown facial expressions of autistic schoolers

Description: Facial asymmetry and half-open mouth

Description: Pinched and stretched mouth



2.5.3 Exploring the Influence of Cognitive Abilities on Emotional Valence Over

Development

For positive emotions, there was a main effect of time, indicating a significant reduction in both the duration ($\beta = -126.17, p < 0.001$) and frequency ($\beta = -20.63, p < 0.001$) of positive emotions across both groups over time. Higher RPM-2 scores did amplify the time main effect on the frequency of positive emotions over time ($\beta = -0.07, p = 0.003$) in the neurotypical group, indicating a greater decrease in the frequency of these emotions over time. Additionally, higher FSIQ scores amplified the time main effect in the duration of positive emotions over time, both in autistic children ($\beta = -0.42, p = 0.008$) and neurotypical children ($\beta = -0.35, p = 0.021$). For negative emotions, the main effect of time indicated a decrease in duration ($\beta = -7.83, p < 0.001$) but an increase in frequency ($\beta = 0.53, p = 0.004$) across both groups over time. In the autistic

group, higher RPM-2 scores attenuated the time main effect on negative emotions in duration ($\beta = 0.07, p < 0.001$), while it was amplified in frequency ($\beta = 0.01, p < 0.001$). In both groups, higher FSIQ attenuated the effect of time on the duration of negative emotions (autistic: $\beta = 0.12, p < 0.001$; neurotypical: $\beta = 0.13, p < 0.001$), while the effect of time on frequency was only significantly attenuated in the autistic group ($\beta = -0.11, p < 0.001$). The main effect of time on the frequency of neutral emotions showed a statistically significant decrease over time ($\beta = -25.30, p < 0.001$). Among neurotypical children, higher FSIQ scores amplified the time effect in the duration ($\beta = 5.55, p < 0.001$), while it attenuated the time effect on the frequency ($\beta = 0.22, p < 0.001$) of neutral emotions.

For unknown emotions, duration ($\beta = 7.41, p < 0.001$) and frequency ($\beta = 0.93, p < 0.001$) significantly increased over time (time main effect) across both groups. In both groups, higher fluid reasoning abilities (RPM-2) significantly attenuated the increase in duration (neurotypical: $\beta = -0.08, p < 0.001$; autistic: $\beta = -0.04, p = 0.020$) and frequency (neurotypical: $\beta = -0.02, p < 0.001$; autistic: $\beta = -0.02, p < 0.001$) of unknown emotions over time. In both neurotypical and autistic children, higher FSIQ scores also attenuated the effect of time on the duration (neurotypical: $\beta = -0.06, p < 0.001$; autistic: $\beta = -0.19, p < 0.001$) and frequency (neurotypical: $\beta = -0.004, p < 0.001$; autistic: $\beta = -0.02, p < 0.001$) of unknown emotions (see Table 4 for full results of the unknown emotions and Supplementary Table O for the complete results).

Table 4

Mixed Longitudinal Regression: Predicting Changes in Unknown Emotions Based on IQ and fluid reasoning in Autistic and Typical Children

a. In duration

Variables	Coefficient	SE	t/z	p	IC 95%
Time	7.41484	0.7951	9.33	< 0.001**	[5.83197, 8.99771]
Group	-4.86030	0.9315	-5.22	< 0.001**	[-6.71478, -3.00583]
RPM-2	0.11852	0.0156	7.61	< 0.001**	[0.08751, 0.14953]

WISC-FSIQ	0.08223	0.0132	6.23	< 0.001**	[0.05597, 0.10850]
Time*Group	8.63894	0.8565	10.09	< 0.001**	[6.93384, 10.34405]
Time*Group (typical)*RPM-2	-0.07715	0.0093	-8.30	< 0.001**	[-0.09567, -0.05864]
Time*Group (autistic)*RPM-2	-0.03936	0.0166	-2.37	0.020*	[-0.07244, -0.00629]
Time*Group (typical)*WISC-FSIQ	-0.06048	0.0086	-7.04	< 0.001**	[-0.07759, -0.04336]
Time*Group (autistic)*WISC-FSIQ	-0.19490	0.0136	-14.34	< 0.001**	[-0.22195, -0.16785]
Intercept	-9.37190	0.9955	-9.41	< 0.001**	[-11.35386, -7.38994]

Note. * $p < 0.05$; ** $p < 0.001$

b. In frequency

Variables	Coefficient	SE	t/z	p	IC 95%
Time	0.92728	0.0635	14.60	< 0.001**	[0.80081, 1.05375]
Group	-1.32016	0.2411	-5.48	< 0.001**	[-1.80010, -0.84021]
RPM-2	0.02899	0.0029	10.03	< 0.001**	[0.02323, 0.03474]
WISC-FSIQ	0.00557	0.0011	4.93	< 0.001**	[0.00332, 0.00782]
Time*Group	2.06546	0.2436	8.48	< 0.001**	[1.58048, 2.55045]
Time*Group (typical)*RPM-2	-0.01707	0.0015	-11.17	< 0.001**	[-0.02011, -0.01403]
Time*Group (autistic)*RPM-2	-0.01879	0.0035	-5.43	< 0.001**	[-0.02567, -0.01190]
Time*Group (typical)*WISC-FSIQ	-0.00400	0.0008	-5.14	< 0.001**	[-0.00555, -0.00245]
Time*Group (autistic)*WISC-FSIQ	-0.02362	0.0023	-10.35	< 0.001**	[-0.02817, -0.01908]
Intercept	-1.20559	0.1184	-10.19	< 0.001***	[-1.44124, -0.96994]

Note. * $p < 0.05$; ** $p < 0.001$

2.6 Discussion

We documented the developmental trajectory of emotional valence in the facial expressions of autistic children compared to age-matched neurotypical children, using the MSPS-1 and MSPS-2 observational contexts. The first objective focused on comparing facial expressions across two timepoints—MSPS-1 (preschool-age) and MSPS-2 (school-age). From assessment at preschool to that at school age, autistic children showed an increased frequency of neutral expressions, while neurotypical children had decreased frequency and duration of positive expressions.

The second objective was to compare facial expressions in school-aged autistic and neurotypical children during the MSPS-2. Results indicated that autistic children exhibited more frequently and for longer durations positive and unknown facial expressions compared to their neurotypical peers. No between-group differences were observed in the frequency or duration of negative expressions. Autistic children showed neutral facial expressions more frequently than neurotypical children, whereas total duration did not differ between the groups.

Lastly, as part of the third exploratory objective, we found that intellectual quotient (IQ) and fluid reasoning abilities (Gf) differentially impact the developmental trajectory of emotional expressions across groups.

2.6.1 The Importance of an Adapted Context

In the current study, school-aged autistic children tend to display more positive emotional expressions compared to neurotypical children with no notable between-group difference in the expression of negative emotions. These findings challenge earlier research suggesting that autistic children express fewer positive and more negative emotions, not only during preschool years but also through school age (for a review see Trevisan et al., 2018, and also Bieberich & Morgan, 2004; Briot et al., 2021; Hirschler-Guttenberg et al., 2015). These findings extend those of our previous study (Jacques et al., 2022), which observed no significant differences in positive or negative emotional expressions between preschool-aged autistic children and their neurotypical peers in the MSPS-1. The use of objects and activities aligned with autistic children's specific interests may have shaped their emotional expressions in both MSPS, highlighting the importance of context in accurately interpreting their emotional range (Bauminger-Zviely & Shefer, 2021; Filliter et al., 2015; Reddy et al., 2002; Robain et al., 2021).

In contrast, conventional social settings often used in other studies of emotional expressions do not consider the social challenges linked to autism (APA, 2022), which may result in biased findings. These settings may contribute to the tendency to observe more negative than positive facial expressions in autistic children (Drimalla et al., 2021; Filliter et al., 2015; Reddy et al., 2002). Consistently, Northrup et al. (2024) exposed autistic and non-autistic children (22 to 28 months old) to short day-to-day emotion-inducing activities (joy, frustration, discomfort), not adapted to autistic particularities, and found more neutral and less positive facial expressions in autistic than in neurotypical children. This underscores the importance of using adapted observational contexts even for very young autistic children.

Thus, the choice of context plays a pivotal role in understanding emotional expression patterns in both autistic and neurotypical children. In fact, the MSPS observational contexts seem to be of interest to both autistic and neurotypical children. These findings suggest that neurotypical children also benefit significantly from these contexts, underlining their universal applicability, the value of using inclusive environments that support diverse developmental needs (Black et al., 2022; Molina Roldán et al., 2021) and the broad applicability of the MSPS.

2.6.2 Do Neutral Expressions Reflect a Universal Developmental Trend?

Children from both groups displayed large amounts of neutral facial expressions during the MSPS-2. Neutral expressions occurred more frequently in autistic children but, importantly, for similar mean duration compared to the neurotypical group. Over development, the autistic group demonstrated a significant increase in the frequency of neutral expressions, aligning with Bal et al. (2019) findings, which identified this increase as a key feature of autism from early childhood to adolescence. In the neurotypical group, while changes in neutral expressions from MSPS-1 to MSPS-2 were not statistically significant, these expressions still accounted for a considerable

portion of the total time (MSPS-1: 33.02%; MSPS-2: 44.39%), very similar to that in the autistic group (MSPS-1: 30.36%, MSPS-2: 42.40%). These findings are consistent with those of Sallquist et al. (2009), who observed a general decline in emotional expressions among school-aged neurotypical children.

Several researchers have linked neutral expressions in autistic children to social impairments, distinguishing them from other developmental delays (Bieberich & Morgan, 2004; Yirmiya et al., 1989). Furthermore, others have suggested that the increase in neutral expressions may be influenced by alexithymia—a condition commonly found in autistic individuals, characterized by challenges in recognizing and expressing emotions (Briot et al., 2021; Trevisan et al., 2018). On the other hand, documenting the trajectory of emotional expressions from preschool to school-age in typical development has highlighted that this pattern also reflects a broader developmental trend. Studies explain that this may be a result of improved emotional regulation with age, driven by brain maturation—particularly in the prefrontal cortex (Casey et al., 2005; Gogtay et al., 2004). This region plays a key role in helping children better control their emotions and behaviors as they grow up (Rubia et al., 2000; Yurgelun-Todd & Killgore, 2006).

Furthermore, if emotional expressions are seen as a form of communication (Blair, 2003), this could explain the greater presence of neutrality in both groups, as they tend to focus more on the task at hand than on using their communication skills during the MSPS. This is particularly true for autistic children, who tend to focus more intensely on objects of interest (APA, 2022).

2.6.3 The Need to Enhance our Understanding of Ambiguous Emotional Facial Expressions

Important differences emerged in relation to unknown emotional expressions, defined by Jacques et al. (2022) as expressions that do not fit easily into positive, negative, or neutral categories. At school age, autistic children differed significantly from their neurotypical peers in

both the higher frequency and longer duration of these unknown expressions. Also, a larger proportion of autistic children (40%) showed unknown emotions compared to neurotypical children (12%) at school-age. Although not statistically significant, a clear trend emerged in the autistic group, showing an increase in the frequency, duration, and proportion of unknown emotional expressions from preschool to school age, contradicting our initial hypothesis of a decrease. Of the seven autistic children who showed unknown facial expressions during the MSPS-1, four continued to show them in the MSPS-2, and a further six autistic children showed them for the first time at MSPS-2. The presence of unknown emotional expressions at both timepoints is consistent with other studies highlighting ambiguous or “odd” facial expressions in both preschool and school-aged autistic children (Briot et al., 2021; Trevisan et al., 2018).

Interestingly, unknown emotional expressions were the only type that distinguished autistic children from their neurotypical peers during the preschool years (Jacques et al., 2022). Although there is no consensus on how to interpret these expressions (Briot et al., 2021; Trevisan et al., 2018), the categorization proposed by Jacques et al. (2022) provides a valuable framework. We now take this further by presenting visual representations of the unknown emotional expressions of some MSPS-1 and MSPS-2 participants (see again Figure 3). This may account for the “odd” or “awkward” descriptions often mentioned in the literature (Loveland et al., 1994; Yirmiya et al., 1989). These ambiguous expressions may also help to explain why neurotypical observers frequently report feeling a sense of “strangeness” when interpreting autistic facial expressions (Stagg et al., 2014). Overall, the persistence and even increase in unknown emotional expressions from preschool to school age emphasizes the need for a deeper understanding of autistic emotional expressions to engage with autistic children more effectively and address their unique

needs. The detailed descriptions accompanying the proposed visuals of the unknown emotional expressions can contribute significantly to this effort.

2.6.4 The Influence of Cognitive Abilities on Emotional Facial Expressions

In our exploration of the interplay between cognitive abilities and the development of emotional expressions, distinct patterns were observed across emotional valences. Cognitive abilities, particularly higher FSIQ, were linked to a steeper reduction in the duration of positive emotions over time in both groups. Conversely, higher FSIQ scores were associated with a less pronounced decrease in duration of negative emotions over time in both groups. Across both groups, higher cognitive abilities (RPM-2 and FSIQ) were associated with a less pronounced increase in both the duration and frequency of unknown emotional expressions over time. These results should be interpreted cautiously due to our small sample of available cognitive scores.

This suggests that emotional maturity and regulation may be critical factors in shaping these dynamics (Rubia et al., 2000; Yurgelun-Todd & Killgore, 2006). Research suggests that as children grow older and their brains develop, their emotional expressions tend to become more nuanced and contextually appropriate (Blair, 2003; Ekman et al., 1980; Grossard et al., 2018). This refinement is also evident in autistic children, particularly in those with higher intellectual abilities (Dissanayake et al., 1996; Trevisan et al., 2018). Given the limited number of studies investigating the effects of IQ and Gf on facial expressions, further research with larger samples is essential to strengthen the representativeness and reliability of these findings.

2.7 Limitations and Future Directions

While this research presents innovative findings that enhance our understanding of emotional expression trajectories in autistic children, it does have some limitations. Firstly, the

small sample size (25 autistic children and 25 neurotypical children) constrained the statistical power of the analyses. Nevertheless, significant differences were observed between groups and across measurement times, with substantial effect sizes (medium to large) even when using conservative statistical methods. To gain a more comprehensive understanding of the developmental trajectory of emotional expressions, it would be beneficial to replicate these analyses with a larger and more diverse sample (e.g., in terms of cultural background, gender) and to compare groups within narrower age ranges.

The MSPS was not originally designed to capture facial expressions, however adaptations were made to enhance this capability. Despite these changes, the observation contexts sometimes limited clear visibility, as children were free to move around the room. Importantly, the MSPS still provided access to an average 15 minutes of facial expressions in an observational context, and there were no significant intergroup or intragroup differences in the duration of “face not visible codes”. Utilizing observational settings offers the significant advantage of creating a unique and open environment where the child can explore without minimal restrictions. To fully capture the effect of these adapted contexts, it is also essential to consider the variation of emotional facial expressions across different play periods.

Another limitation is to the subjective nature of coding emotional expressions by human raters (Barrett et al., 2019). Autistic individuals often exhibit facial expressions that are perceived as less intense, incongruent, or less prototypical, increasing the likelihood that these expressions will be categorized as “unknown” by naive neurotypical observers (Briot et al., 2021; Guha et al., 2018; Stagg et al., 2014). Nevertheless, this study has contributed to our understanding of unknown expressions through visual representations.

Future research could include autistic coders, parents of autistic children and professionals in the field to gain insight into these ambiguous emotions. Finally, identifying the contexts in which these expressions occur and examining related factors such as prosody, intonation, and intensity (Grossman et al., 2013; Northrup et al., 2024) could further enhance our understanding.

2.8 Conclusion

The current findings underscore the effectiveness of the adapted contexts (MSPS-1 and MSPS-2) in promoting well-being among autistic children, who tend to be particularly sensitive to novel or unpredictable environments (APA, 2022; Goodwin et al., 2022; Ong et al., 2023). The chosen objects and activities align well with their interests, thus fulfilling the initial objectives outlined by Jacques et al. (2018; submitted). Moreover, neurotypical children also benefited equally from these settings, indicating their broader applicability. This study illustrates the persistence of neutral facial expressions across the developmental trajectories of autistic children, consistent with previous research. However, similar patterns were observed in neurotypical children, suggesting a broader developmental trend of neutral facial expressions in both groups. A distinctive characteristic of the autistic group was the greater presence and frequency of ambiguous facial expressions at school age, extending the findings of Jacques et al. (2022) observed during the preschool period. This underscores the necessity of gaining a deeper understanding of these unknown expressions and improve interventions for this population. Although moderating effects of IQ and fluid reasoning abilities on the developmental trajectory of emotional expressions were identified, further studies are needed to clarify their impact. This research marks the first steps toward understanding the developmental trajectory of emotional expression in autistic children compared to their neurotypical peers.

CHAPITRE III

DISCUSSION GÉNÉRALE

Cette étude visait principalement à documenter la trajectoire développementale de la valence émotionnelle dans les expressions faciales des enfants autistes, en comparaison avec des enfants au développement neurotypique en utilisant des contextes d'observation adaptés au développement autistique. Le premier objectif cherchait à comparer les expressions faciales des enfants autistes et neurotypiques entre deux stades de développement, soit de l'âge préscolaire (SSM-1) à l'âge scolaire (SSM-2). Le deuxième objectif visait à comparer les expressions faciales chez les enfants autistes et neurotypiques d'âge scolaire pendant la SSM-2. Le troisième objectif exploratoire a permis d'examiner comment le QI et les habiletés de raisonnement fluide permettent de prédire les changements dans la durée et la fréquence des expressions émotionnelles (positives, négatives, neutres et inconnues) chez les enfants autistes et neurotypiques à travers le temps.

3.1 Interprétation des résultats et contributions cliniques

3.1.1 L'importance d'un contexte adapté

Les résultats ont montré que les enfants autistes d'âge scolaire (SSM-2) présentaient des expressions faciales positives plus fréquentes et de plus longue durée que leurs pairs neurotypiques. En revanche, aucune différence significative n'a été observée dans la fréquence, la durée ou la proportion des expressions faciales négatives entre les deux groupes à l'âge scolaire. De l'âge préscolaire à l'âge scolaire, bien qu'une tendance générale à la diminution des expressions émotionnelles positives soit évidente, en particulier chez le groupe neurotypique (en termes de durée, fréquence et proportion), les expressions positives restent plus marquées que les

négatives. Plus précisément, une plus grande proportion d'enfants autistes et neurotypiques affichait des expressions émotionnelles positives (SSM-1 : autistes : 88 %, neurotypiques : 100 % ; SSM-2 : autistes : 88 %, neurotypiques : 64 %) par rapport aux expressions négatives (SSM-1 : autistes : 16 %, neurotypiques : 8 % ; SSM-2 : autistes : 28 %, neurotypiques : 32 %) dans les deux contextes.

Ces résultats concordent avec ceux de Jacques et al. (2022) qui ont montré que les enfants autistes d'âge préscolaire ne se différenciaient pas des enfants neurotypiques en termes d'expressions faciales positives et négatives. Ils corroborent également les résultats de Macari et al. (2018) révélant l'étendue et la complexité des expressions émotionnelles chez les enfants autistes. Ces constats remettent en question les recherches antérieures suggérant que les enfants autistes expriment moins d'émotions positives et plus d'émotions négatives comparativement aux enfants neurotypiques (Bieberich & Morgan, 2004 ; Briot et al., 2021 ; Grossman et al., 2013 ; Hirschler-Guttenberg et al., 2015 ; Trevisan et al., 2018).

Les contextes sociaux traditionnels, souvent utilisés dans d'autres études (Bangerter et al., 2020; Carpenter et al., 2021; Trevisan et al., 2018), peuvent en effet limiter la diversité des expressions émotionnelles observées, notamment en raison des déficits sociaux caractéristiques de l'autisme (APA, 2022). Ces environnements tendent à favoriser l'expression d'émotions négatives plutôt que positives chez les enfants autistes (Drimalla et al., 2021 ; Filliter et al., 2015; Reddy et al., 2002). Ces observations seraient notamment considérées comme des marqueurs précoces de l'autisme (Zwaigenbaum et al., 2013). Par conséquent, le choix du contexte semble avoir un impact déterminant non seulement sur la compréhension de l'éventail des expressions émotionnelles chez les enfants autistes, mais aussi sur l'expression de leurs compétences émotionnelles (Bauminger-Zviely et Shefer, 2021; Klin et al., 2003 ; Losh & Capps, 2006).

Les résultats de la présente étude soulignent l'importance d'adapter l'environnement aux particularités des enfants autistes afin de promouvoir leur bien-être et leur autorégulation émotionnelle (Jacques et al., 2022; soumis), comblant une lacune importante dans la littérature (Bauminger-Zviely et Shefer, 2021). Les SSM, en tant qu'outils innovants, favorisent une expression plus authentique et adaptée des comportements des enfants autistes, en étant plus axés sur leurs centres d'intérêt que sur les interactions sociales (Jacques et al., 2018; soumis).

En complément des outils standardisés tels que l'ADOS, le *Autism Diagnostic Interview-Revised* (ADI-R) et le *Social Responsiveness Scale-2* (Bruni, 2014), il serait pertinent d'intégrer des situations d'observation spécialement adaptées, telles que les SSM, au processus d'évaluation. Bien que ces évaluations classiques fournissent des informations essentielles pour poser un diagnostic d'autisme, elles ne capturent pas toujours les réactions des enfants dans des environnements qui répondent spécifiquement à leurs particularités (Bauminger-Zviely et Shefer, 2021). L'introduction de contextes adaptés aux spécificités autistiques, qui s'appuient sur le modèle de surfonctionnement perceptif (Mottron et al. 2007), enrichirait non seulement l'évaluation clinique, mais aussi l'élaboration et l'application des interventions au quotidien. Par ailleurs, cela permettrait de cibler plus précisément les compétences à développer, afin d'améliorer la communication et la compréhension de l'enfant par son entourage.

Enfin, les milieux structurés tel qu'à l'école profiteraient également d'une organisation de l'environnement qui est mieux adaptés aux spécificités autistiques en s'appuyant sur les principes de la SSM. Pour ce faire, il pourrait être bénéfique d'identifier les intérêts de l'enfant, de manière à favoriser sa disponibilité pour les interventions et les apprentissages. Le Questionnaire sur les Forces et Intérêts des Enfants Autistes (Larose et al., 2020) et le Questionnaire sur les Intérêts de Prédilection et les Forces Cognitives (St-Laurent, 2020), les deux reposant sur le même modèle

théorique, sont des outils novateurs qui pourraient faciliter l'identification des forces et centres d'intérêt des enfants autistes d'âge préscolaire et scolaire. Une étude a notamment révélé une réduction de l'isolement social chez les enfants autistes lorsque les activités proposées intégraient leurs intérêts (Koegel et al., 2012). Ainsi, l'intégration d'activités basées sur ces centres d'intérêt pourrait représenter un levier efficace pour favoriser l'expression d'émotions positives et promouvoir le bien-être des enfants.

3.1.2 Les expressions neutres reflètent-elles une tendance développementale universelle ?

Les résultats de cette étude ont révélé une prévalence accrue d'expressions émotionnelles neutres chez les enfants autistes d'âge scolaire par rapport à leurs pairs neurotypiques. Les enfants neurotypiques avaient tendance à maintenir ces expressions plus longtemps, tandis que les enfants autistes les présentaient plus fréquemment. De plus, de l'âge préscolaire à l'âge scolaire, une augmentation de ces expressions émotionnelles a été soulignée chez le groupe autiste, s'alignant avec les observations de Bal et al. (2019), qui considèrent cette neutralité émotionnelle comme une caractéristique clé de l'autisme, et ce, de l'enfance à l'adolescence. En revanche, aucune différence significative n'a été observée sur le plan développemental chez le groupe neurotypique pour ces émotions. En effet, les expressions neutres ont souvent été décrites comme « plates » ou « absentes », différenciant les enfants autistes de leurs pairs neurotypiques ou de ceux présentant un retard de développement (Guha et al., 2018 ; Trevisan et al., 2018). De plus, ces particularités figurent parmi les préoccupations majeures soulevées par les parents (Sivberg, 2003).

Certaines recherches suggèrent que la prédominance des expressions neutres pourrait être associée à l'alexithymie, une caractéristique fréquemment observée chez certaines personnes autistes, qui se traduit par une difficulté à reconnaître et exprimer les émotions (p. ex. Bird &

Cook, 2013). Briot et al. (2021) avancent que la prévalence des expressions neutres pourrait être davantage influencée par l'alexithymie co-occurrence que par des déficits émotionnels directement liés à l'autisme (Briot et al., 2021). Étant donné que près de 50 % de la population autiste serait affectée par l'alexithymie, contre seulement 14 % chez les neurotypiques (Berthoz & Hill, 2005, cité dans Briot et al., 2021), il serait pertinent de prendre en compte cette variable lors des évaluations et recherches futures. À cet égard, Bird et Cook (2013) suggèrent d'intégrer l'alexithymie comme critère de contrôle dans les recherches. Cette approche pourrait constituer une piste prometteuse à explorer dans le cadre d'études utilisant les SSM. Cela permettrait de former des sous-groupes et d'obtenir des profils plus nuancés des expressions émotionnelles. Ces connaissances pourraient guider le développement d'interventions plus ciblées en fonction des besoins spécifiques des enfants.

Dans le groupe neurotypique, bien que les changements dans les expressions neutres entre MSPS-1 et MSPS-2 ne soient pas statistiquement significatifs, ces expressions ont tout de même représenté une portion considérable du temps total (MSPS-1 : 33,02 % ; MSPS-2 : 44,39 %), comme dans le groupe autistique (MSPS-1 : 30,36 % ; MSPS-2 : 42,40 %). Ce phénomène semble donc s'inscrire dans une tendance développementale générale de la régulation émotionnelle, qui s'améliorerait avec l'âge grâce à la maturation cérébrale — notamment au niveau du cortex préfrontal (Casey et al., 2005; Gogtay et al., 2004). Cette région joue un rôle clé dans la gestion des émotions et des comportements, permettant aux enfants de mieux les contrôler à mesure qu'ils grandissent (Rubia et al., 2000; Yurgelun-Todd & Killgore, 2006). Cela s'aligne avec l'idée qu'en vieillissant, les enfants développent une meilleure régulation émotionnelle, ce qui leur permet d'ajuster leurs réponses émotionnelles aux attentes sociales et aux normes sociétales (Blair, 2003; Saarni, 1979).

Toutefois, si les expressions émotionnelles sont considérées comme une forme de communication révélant les états internes des personnes (Blair, 2003), cela pourrait expliquer la plus grande présence de neutralité dans les deux groupes lors des SSM, car ils tendaient à se concentrer davantage sur la tâche en cours plutôt que d'utiliser leurs compétences communicationnelles. Des auteurs ont notamment souligné que l'« intérêt » pourrait être une expression émotionnelle distincte d'un visage neutre chez les nourrissons (Sullivan & Lewis, 2003). Cette distinction pourrait suggérer que ce qui semble être des expressions neutres dans les deux groupes, en particulier chez les enfants autistes, pourrait en réalité correspondre à des expressions d'intérêt concentré. Bien que ce sujet ait été peu exploré, les études de Kasari et al. (1990) et Yirmiya et al. (1989) ont montré que les enfants autistes maintiennent des expressions neutres et d'intérêt pendant des périodes plus longues que leurs pairs neurotypiques ou ceux ayant un retard de développement. Il serait donc pertinent de recourir à des méthodes d'observation plus détaillées des mouvements faciaux (par exemple, des systèmes de codification faciale comme le *Maximally Discriminative Facial Coding System-MAX* ou le *Affective Expressions Scoring System-AFFEX*; Sullivan & Lewis, 2003) afin de mieux saisir les subtilités des expressions faciales neutres, qui pourraient échapper à l'analyse d'un observateur humain.

En résumé, bien que les enfants autistes présentent davantage d'expressions émotionnelles neutres à l'âge scolaire, avec une augmentation au fil du temps, une tendance similaire a été observée chez les enfants neurotypiques. Cela porterait à croire que ces résultats pourraient s'inscrire dans une trajectoire développementale universelle.

3.1.3 La nécessité d'améliorer notre compréhension des expressions faciales émotionnelles ambiguës

Des différences clés sont apparues concernant les expressions émotionnelles dites inconnues, définies comme celles qui ne correspondent ni aux catégories positives, négatives ou neutres. À l'âge scolaire (SSM-2), les enfants autistes se distinguaient de manière significative de leurs pairs neurotypiques par la plus grande fréquence et la durée plus longue de ces expressions inconnues. En outre, une plus grande proportion d'enfants autistes (40 %) présentait des émotions inconnues par rapport aux enfants neurotypiques (12 %) à l'âge scolaire. Ces résultats concordent avec l'étude de Jacques et al. (2022) où les expressions émotionnelles inconnues étaient celles distinguant les enfants autistes de leurs pairs neurotypiques à l'âge préscolaire.

Par ailleurs, bien que non statistiquement significative, une tendance notable s'est dégagée dans le groupe autiste, avec une augmentation de la fréquence, de la durée et de la proportion des expressions émotionnelles inconnues entre la petite enfance et l'âge scolaire. D'ailleurs, parmi les sept enfants autistes qui ont montré des expressions faciales inconnues pendant la SSM-1, quatre ont continué à présenter ces expressions dans la SSM-2, et six autres enfants autistes les ont montrées pour la première fois à l'âge scolaire. La présence d'expressions émotionnelles inconnues aux deux moments s'aligne avec d'autres études qui mettent en évidence des expressions faciales ambiguës ou « étranges » chez les enfants autistes tant à l'âge préscolaire que scolaire (Briot et al., 2021; Trevisan et al., 2018). Ces constats remettent en question notre hypothèse initiale, qui anticipait une diminution des expressions inconnues au fil du temps dans le groupe autiste.

Bien qu'il n'existe pas encore de consensus sur l'interprétation des expressions émotionnelles ambiguës (Briot et al., 2021 ; Trevisan et al., 2018), la catégorisation proposée par

Jacques et al. (2022) constitue un cadre préliminaire prometteur. Ces expressions pourraient refléter le sentiment de « bizarrerie » fréquemment rapporté par des observateurs neurotypiques face aux expressions faciales des personnes autistes, sentiment qui peut influencer négativement leur désir de nouer des liens d'amitié avec elles (Rosello et al., 2020; Stagg et al., 2014). Ces observations, largement issues d'études en contextes sociaux, mettent en évidence l'incongruité perçue des expressions faciales chez les enfants autistes selon le contexte (Liu et al., 2023; Grossard et al., 2020; Guha et al., 2015; 2018). Nos résultats montrent que l'ambiguïté des expressions émotionnelles persiste même dans des environnements adaptés aux particularités des enfants autistes. Cela souligne la nécessité de mieux définir et conceptualiser ces expressions pour enrichir notre compréhension des mécanismes émotionnels en jeu.

À cet égard, un projet de recherche actuellement menée par une doctorante en psychologie au Laboratoire sur l'Unicité et la Diversité des Intérêts et des Comportements en Autisme à l'UQO explore l'utilisation d'un système automatisé pour analyser les mouvements faciaux impliqués dans ces expressions lors des SSM (Lacelle et al., en préparation). En fait, l'utilisation de systèmes de codage facial pourrait améliorer la caractérisation des unités d'action (mouvements faciaux) associées à des expressions émotionnelles inconnues (Barrett et al., 2019). Or, puisque ces systèmes peuvent rencontrer des difficultés à capter et analyser les expressions faciales en contexte libre, Barrett et al. (2019) ont recommandé de les combiner avec des évaluateurs humains. Par ailleurs, l'intégration de divers types de codificateurs, tels que des personnes autistes, des parents d'enfants autistes et des professionnels travaillant auprès de cette population enrichirait la conceptualisation de ces expressions faciales complexes en offrant des perspectives multiples.

De plus, les études futures impliquant les SSM bénéficieraient de documenter le contexte d'apparition de ces émotions ambiguës. À titre d'exemple, associer les expressions émotionnelles aux objets ou aux comportements qui les déclenchent serait une piste intéressante à envisager pour la suite. Par ailleurs, la prosodie et l'intonation atypique qui seraient souvent associées aux expressions faciales ambiguës, comme le suggère Grossman et al (2013), représentent également une piste intéressante à explorer.

D'un point de vue clinique, il est essentiel de reconnaître que les expressions émotionnelles des personnes autistes, bien que parfois perçues comme différentes ou ambiguës, ne sont pas un signe de leur manque d'envie de se lier d'amitié ou de participer à des interactions sociales (Jobe & White, 2007). Mieux comprendre ces expressions émotionnelles atypiques peut être un levier important pour guider les interventions, en créant des approches adaptées qui favorisent l'inclusion et la communication. Il est également crucial de sensibiliser la population neurotypique en lien avec les déficits non verbaux pour qu'elle évite de porter des jugements hâtifs. À titre d'exemple, dans une étude, des interventions sociales (par exemple, comment partager, imiter, demander de l'aide) réalisées auprès d'enfants autistes d'âge scolaire, combinées à une sensibilisation des enfants neurotypiques, ont entraîné une augmentation de la durée et de la fréquence des interactions sociales des enfants autistes (Gonzalez-Lopez & Kamps, 1997).

Ainsi, la diversité des émotions humaines, exprimées différemment selon les individus, doit être perçue comme une richesse et une opportunité pour créer des échanges plus inclusifs et plus authentiques. Ce n'est pas la différence qui doit être corrigée, mais notre capacité à accepter et à valoriser ces différences, afin de favoriser un environnement où chacun se sent inclus et respecté.

3.1.4 L'influence des habiletés cognitives sur l'expression émotionnelle

Dans notre exploration de l'interaction entre les capacités cognitives et les expressions émotionnelles, nous avons constaté que le fonctionnement intellectuel global (EGQI) et le raisonnement fluide (Gf), évalués respectivement par les tests WISC et Raven-2, influençaient l'occurrence et la durée des expressions faciales lors des SSM au fil du temps. Les capacités cognitives, en particulier un QI plus élevé, étaient associées à une réduction de la durée des émotions positives au fil du temps dans les deux groupes, tandis qu'une augmentation du raisonnement fluide (RPM-2) augmentait la fréquence des émotions positives, mais uniquement chez les enfants neurotypiques. Les enfants autistes ayant des scores élevés au RPM-2 présentaient des émotions négatives plus longues et plus fréquentes au fil du temps. Dans les deux groupes, des scores de QI plus élevés augmentaient la durée des émotions négatives. Le QI exerçait un effet modérateur réduisant la fréquence de ces émotions chez les enfants autistes. Chez les enfants neurotypiques, des capacités cognitives plus élevées (RPM-2 et QI) influençaient les émotions neutres en augmentant leur durée et leur fréquence. Cependant, chez les enfants autistes, il n'y avait pas de relation significative entre les capacités cognitives et les émotions neutres. Dans les deux groupes, des capacités cognitives plus élevées (RPM-2 et QI) étaient associées à une diminution de la durée et de la fréquence des expressions émotionnelles inconnues.

Ces résultats doivent être interprétés avec une grande prudence en raison de la taille limitée de l'échantillon de scores cognitifs disponibles. De plus, étant donné le nombre restreint d'études longitudinales portant sur l'impact du QI et du raisonnement fluide sur les expressions faciales (Bieberich & Morgan, 2004; Dissanayake et al., 1996), des recherches supplémentaires impliquant des échantillons plus larges sont nécessaires pour améliorer la représentativité et la

fiabilité des conclusions. Par ailleurs, les préoccupations parentales quant aux comportements et habiletés de leurs enfants varient selon le stade développemental (Saban-Bezalel et al., 2023), ce qui souligne la nécessité d'une compréhension approfondie de l'impact des compétences cognitives sur les expressions émotionnelles.

Begeer et al. (2006) ajoutent que les déficits émotionnels chez les enfants autistes sont étroitement liés à l'âge, au contexte et au niveau d'intelligence. Bien que certaines compétences émotionnelles se développent plus tardivement chez les enfants autistes à haut niveau de fonctionnement que chez les neurotypiques (vers 10-13 ans), elles finissent par s'affiner avec l'âge (Begeer et al., 2006). Cependant, il est important de noter que ces compétences optimales observées chez les autistes à haut niveau de fonctionnement ont été documentées dans des contextes de laboratoire (Begeer et al., 2006), et non dans des environnements naturels ou adaptés. Cela met en lumière l'importance d'étudier plus en profondeur le lien entre les compétences cognitives et le développement des expressions émotionnelles dans des contextes adaptés, tels que les SSM.

Ainsi, pour les recherches futures, il serait pertinent non seulement d'examiner les scores de QI et de raisonnement fluide comme facteurs modérateurs des expressions émotionnelles, mais aussi d'explorer d'autres mesures développementales, telles que la composante sociale de l'ADOS ou des indicateurs d'alexithymie, afin de déterminer leur influence. Cette exploration est cruciale, car les expressions faciales spontanées des individus autistes sont au cœur de la réciprocité et de la communication sociale.

3.2 Contributions scientifiques

Cette étude apporte une contribution significative à l'avancement des connaissances sur l'autisme, en se concentrant sur la trajectoire développementale des expressions émotionnelles

chez les enfants autistes. Elle met en lumière l'importance de tenir compte du contexte lors de la documentation et de l'évaluation de ces expressions. Par ailleurs, elle insiste sur la nécessité d'adapter les environnements selon les intérêts des enfants autistes, afin de mieux représenter la diversité de leurs émotions. La recherche souligne également le manque d'études ayant privilégié une approche plus écologique ou contextuellement adaptée, en contraste avec des méthodologies plus structurées ou expérimentales. Cet enjeu est d'autant plus crucial que les compétences socioémotionnelles des enfants autistes varient considérablement selon qu'ils évoluent dans les environnements naturels ou structurés (Bauminger-Zviely et Shefer, 2021).

Cette étude contribue à la compréhension d'une caractéristique spécifique des enfants autistes : la persistance des émotions inconnues ou ambiguës entre la période préscolaire et l'âge scolaire, les différenciant des enfants neurotypiques. Ces résultats corroborent les conclusions de Jacques et al. (2022) ainsi que d'autres recherches (Briot et al., 2021; Trevisan et al., 2018) qui ont mis en évidence l'existence d'expressions émotionnelles jugées « étranges » ou incongruentes par rapport aux situations sociales chez les jeunes enfants autistes. Ils suggèrent que dans des contextes adaptés ou non, la présence d'émotions inconnues semble être une atypie propre à ce groupe. Ces observations soulignent la nécessité d'approfondir la définition et de la conceptualisation de ces émotions dans de futures études afin de mieux comprendre leur rôle dans le diagnostic de l'autisme et leur implication dans les interactions socioémotionnelles de cette population.

CHAPITRE IV

CONCLUSION

En conclusion, cette étude met en évidence l'efficacité des contextes adaptés (MSPS-1 et MSPS-2) pour favoriser le bien-être des enfants autistes, en favorisant l'émergence d'émotions positives. Ces contextes se sont également avérés bénéfiques pour les enfants neurotypiques témoignant de leur applicabilité plus large. L'étude souligne aussi la persistance des expressions faciales neutres dans le développement des enfants autistes, tout en révélant des schémas similaires chez leurs pairs neurotypiques, suggérant une tendance développementale partagée. Cependant, les expressions émotionnelles ambiguës (ou inconnues), davantage présentes chez les enfants autistes à l'âge scolaire, comme observé dès la période préscolaire (Jacques et al., 2022), restent un marqueur distinctif. Cela souligne l'importance de mieux comprendre ces expressions pour améliorer les évaluations et interventions. Bien que les capacités cognitives semblent influencer les expressions émotionnelles avec le temps, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour en préciser l'impact. En définitive, cette étude constitue une première étape vers une meilleure identification et compréhension clinique de la diversité des expressions émotionnelles chez les enfants autistes au fil de leur développement. Elle met en lumière la nécessité cruciale de privilégier des environnements adaptés aux spécificités autistiques, tant dans le cadre des recherches que dans les pratiques cliniques, afin de saisir toute la richesse et la complexité de leurs trajectoires émotionnelles.

RÉFÉRENCES

- Agence de la Santé Publique du Canada. (2022). *Trouble du spectre de l'autisme : Faits saillants de l'enquête canadienne sur la santé des enfants et des jeunes de 2019*. [trouble-spectre-autisme-enquete-sante-canadienne-enfants-jeunes-2019.pdf](https://www150.com/ressources/autisme-enquete-sante-canadienne-enfants-jeunes-2019.pdf)
- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., revised text ed.; DSM-5-TR). American Psychiatric Publishing. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Armstrong, R. A. (2014). When to use the Bonferroni correction. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 34(5), 502-508. <https://doi.org/10.1111/opo.12131>
- Bal, V. H., Kim, S. H., Fok, M., & Lord, C. (2019). Autism spectrum disorder symptoms from ages 2 to 19 years: Implications for diagnosing adolescents and young adults. *Autism Research*, 12(1), 89-99. <https://doi.org/10.1002/aur.2004>
- Bangerter, A., Chatterjee, M., Manfredonia, J., Manyakov, N. V., Ness, S., Boice, M. A., Skalkin, A., Goodwin, M. S., Dawson, G., & Hendren, R. (2020). Automated recognition of spontaneous facial expression in individuals with autism spectrum disorder: Parsing response variability. *Molecular Autism*, 11, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s13229-020-00327-4>
- Baron-Cohen, S. (2005). The empathizing system: A revision of the 1994 model of the mindreading system. *Origins of the Social Mind: Evolutionary Psychology and Child Development*, 468-492.
- Baron-Cohen, S., & Goodhart, F. (1994). The mindreading system: New directions for research. *Current Psychology of Cognition*, 13(5), 724-750.
- Barrett, L. F., Adolphs, R., Marsella, S., Martinez, A. M., & Pollak, S. D. (2019). Emotional expressions reconsidered: Challenges to inferring emotion from human facial movements.

Psychological Science in the Public Interest, 20(1), 1-68.

<https://doi.org/10.1177/1529100619832930>

Barrett, L. F., Mesquita, B., Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2007). The experience of emotion.

Annual Reviews Psychology, 58, 373-403.

<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085709>

Bauminger-Zviely, N., & Shefer, A. (2021). Naturalistic evaluation of preschoolers' spontaneous interactions: The autism peer interaction observation scale. *Autism*, 25(6), 1520-1535.

<https://doi.org/10.1177/1362361321989919>

Begeer, S., Koot, H. M., Rieffe, C., Terwogt, M. M., & Stegge, H. (2008). Emotional competence in children with autism: Diagnostic criteria and empirical evidence. *Developmental Review*, 28(3), 342-369.

<https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.09.001>

Begeer, S., Rieffe, C., Terwogt, M. M., & Stockmann, L. (2006). Attention to facial emotion expressions in children with autism. *Autism: The International Journal of Research & Practice*, 10(1), 37-51.

<https://doi.org/10.1177/1362361306057862>

Benitez-Quiroz, C. F., Srinivasan, R., Feng, Q., Wang, Y., & Martinez, A. M. (2017). Emotionet challenge: Recognition of facial expressions of emotion in the wild.

<https://doi.org/10.48550/arXiv.1703.01210>

Benitez-Quiroz, C. F., Srinivasan, R., & Martinez, A. M. (2016). Emotionet: An accurate, real-time algorithm for the automatic annotation of a million facial expressions in the wild.

Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, New-York, NY.

Bieberich, A. A., & Morgan, S. B. (2004). Self-regulation and affective expression during play in children with autism or Down syndrome: A short-term longitudinal study. *Journal of*

Autism and Developmental Disorders, 34(4), 439-448.

<https://doi.org/10.1023/B:JADD.0000037420.16169.28>

Bird, G., & Cook, R. (2013). Mixed emotions: The contribution of alexithymia to the emotional symptoms of autism. *Translational Psychiatry*, 3(7), e285-e285.

<https://doi.org/10.1038/tp.2013.61>

Black, M. H., McGarry, S., Churchill, L., D'Arcy, E., Dalglish, J., Nash, I., Jones, A., Tse, T. Y., Gibson, J., & Bölte, S. (2022). Considerations of the built environment for autistic individuals: A review of the literature. *Autism*, 26(8), 1904-1915.

<https://doi.org/10.1177/13623613221102753>

Blair, R. (2003). Facial expressions, their communicatory functions and neuro-cognitive substrates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1431), 561-572. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1220>

Brun, P. (2001). Psychopathologie de l'émotion chez l'enfant: L'importance des données développementales typiques. *Enfance*, 53, 281-291. doi: 10.3917/enf. 533.0281

Bruni, T. P. (2014). Test review: Social responsiveness scale-Second edition (SRS-2). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 32(4), 365-369. <https://doi.org/10.1177/07342829135175>

Briot, K., Pizano, A., Bouvard, M., & Amestoy, A. (2021). New technologies as promising tools for assessing facial emotion expressions impairments in ASD: A systematic review. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 634756. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.634756>

Buck, R. (1975). Nonverbal communication of affect in children. *Journal of Personality and Social Psychology*, 31(4), 644. <https://doi.org/10.1037/h0077071>

Camras, L. A. (1992). Expressive development and basic emotions. *Cognition & Emotion*, 6(3-4), 269-283. <https://doi.org/10.1080/02699939208411072>

- Camras, L. A., Lambrecht, L., and Michel, G. F. (1996). Infant “surprise” expressions as coordinative motor structures. *Journal of Nonverbal Behavior*, 20, 183–195. doi: [10.1007/BF02281955](https://doi.org/10.1007/BF02281955)
- Camras, L. A., Oster, H., Ujiie, T., Campos, J. J., Bakeman, R., and Meng, Z. (2007). Do infants show distinct negative facial expressions for fear and anger? Emotional expression in 11-month-old European American, Chinese, and Japanese infants. *Infancy* 11, 131–155. doi: [10.1111/j.1532-7078.2007.tb00219.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-7078.2007.tb00219.x)
- Capps, L., Kasari, C., Yirmiya, N., & Sigman, M. (1993). Parental perception of emotional expressiveness in children with autism. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 61(3), 475-484. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.61.3.475>
- Carpenter, K. L., Hahemi, J., Campbell, K., Lippmann, S. J., Baker, J. P., Egger, H. L., Espinosa, S., Vermeer, S., Sapiro, G., & Dawson, G. (2021). Digital behavioral phenotyping detects atypical pattern of facial expression in toddlers with autism. *Autism Research*, 14(3), 488-499. <https://doi.org/10.1002/aur.2391>
- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? *Trends in Cognitive Sciences*, 9(3), 104-110.
- Clifford, S. M., Hudry, K., Elsabbagh, M., Charman, T., & Johnson, M. H. (2013). Temperament in the first 2 years of life in infants at high-risk for autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(3), 673-686. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1612-y>
- Cordaro, D. T., Sun, R., Keltner, D., Kamble, S., Huddar, N., & McNeil, G. (2018). Universals and cultural variations in 22 emotional expressions across five cultures. *Emotion*, 18(1), 75.

- Courchesne, V., Meilleur, A.-A. S., Poulin-Lord, M.-P., Dawson, M., & Soulières, I. (2015). Autistic children at risk of being underestimated: School-based pilot study of a strength-informed assessment. *Molecular Autism*, 6(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s13229-015-0006-3>
- Dalgleish, T. (2004). The emotional brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(7), 583-589. <https://doi.org/10.1038/nrn1432>
- Dawson, G., Estes, A., Munson, J., Schellenberg, G., Bernier, R., & Abbott, R. (2007). Quantitative assessment of autism symptom-related traits in probands and parents: Broader Phenotype Autism Symptom Scale. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 523-536. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0182-2>
- Dawson, G., Hill, D., Spencer, A., Galpert, L., & Watson, L. (1990). Affective exchanges between young autistic children and their mothers. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 18(3), 335-345. <https://doi.org/10.1007/BF00916569>
- Derbali, M., Jarrah, M., & Randhawa, P. (2023). Autism spectrum disorder detection: Video games based facial expression diagnosis using deep learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(1). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140112>
- Dissanayake, C., Sigman, M., & Kasari, C. (1996). Long-term stability of individual differences in the emotional responsiveness of children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(4), 461-467. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01427.x>
- Dunn, B. D., Dalgleish, T., & Lawrence, A. D. (2006). The somatic marker hypothesis: A critical evaluation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(2), 239-271. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.07.001>

- Drimalla, H., Baskow, I., Behnia, B., Roepke, S., & Dziobek, I. (2021). Imitation and recognition of facial emotions in autism: A computer vision approach. *Molecular Autism, 12*, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s13229-021-00430-0>
- Dunst, C. J., & Hamby, D. W. (2012). Guide for calculating and interpreting effect sizes and confidence intervals in intellectual and developmental disability research studies. *Journal of Intellectual and Developmental Disability, 37*(2), 89-99. <https://doi.org/10.3109/13668250.2012.673575>
- Ekman, P. (2009). Darwin's contributions to our understanding of emotional expressions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364*(1535), 3449-3451. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0189>
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion, 6*(3-4), 169-200. <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology, 17*(2), 124. <https://doi.org/10.1037/h0030377>
- Ekman, P., Friesen, W. V., & Ancoli, S. (1980). Facial signs of emotional experience. *Journal of Personality and Social Psychology, 39*(6), 1125. <https://doi.org/10.1037/h0077722>
- Ekman, P., Friesen, W., & Hager, J. (2002). The Facial Action Coding System: A technique for the measurement of facial movement. *A Human Face. I-Tech Education and Publishing, Vienna*.
- Ekman, P., Friesen, W. V., & Simons, R. C. (1985). Is the startle reaction an emotion? *Journal of Personality and Social Psychology, 49*(5), 1416-1426. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.49.5.1416>
- Fecteau, S. M., Normand, C. L., Normandeau, G., Cloutier, I., Guerrero, L., Turgeon, S., & Poulin, M. H. (2024). "Not a trouble": A mixed-method study of autism-related language

preferences by French-Canadian adults from the autism community. *Neurodiversity*, 2, 27546330241253696.

Filliter, J. H., Longard, J., Lawrence, M. A., Zwaigenbaum, L., Brian, J., Garon, N., Smith, I. M., Roncadin, C., Roberts, W., & Bryson, S. E. (2015). Positive affect in infant siblings of children diagnosed with autism spectrum disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 43(3), 567-575. <https://doi.org/10.1007/s10802-014-9921-6>

Frith, U., & Mira, M. (1992). Autism and Asperger syndrome. *Focus on Autistic Behavior*, 7(3), 13-15. <https://doi.org/10.1177/108835769200700302>

Garon, N., Bryson, S. E., Zwaigenbaum, L., Smith, I. M., Brian, J., Roberts, W., & Szatmari, P. (2009). Temperament and its relationship to autistic symptoms in a high-risk infant sib cohort. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37, 59-78.

<https://doi.org/10.1007/s10802-008-9258-0>

Gangi, D. N., Ibañez, L. V., & Messinger, D. S. (2014). Joint attention initiation with and without positive affect: Risk group differences and associations with ASD symptoms. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44, 1414-1424. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-2002-9>

Garon, N., Bryson, S. E., Zwaigenbaum, L., Smith, I. M., Brian, J., Roberts, W., & Szatmari, P. (2009). Temperament and its relationship to autistic symptoms in a high-risk infant sib cohort. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37, 59-78.

<https://doi.org/10.1007/s10802-008-9258-0>

Gordon, I., Pierce, M. D., Bartlett, M. S., & Tanaka, J. W. (2014). Training facial expression production in children on the autism spectrum. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(10), 2486-2498. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2118-6>

- Girard, D., Courchesne, V., Cimon-Paquet, C., Jacques, C., & Soulières, I. (2023). Visual abilities and exploration behaviors as predictors of intelligence in autistic children from preschool to school age. *Autism*, 27(8), 2446-2464.
<https://doi.org/10.1177/13623613231166189>
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., Nugent III, T. F., Herman, D. H., Clasen, L. S., & Toga, A. W. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174-8179.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0402680101>
- Gonzalez-Lopez, A., & Kamps, D. M. (1997). Social skills training to increase social interactions between children with autism and their typical peers. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 12(1), 2-14. <https://doi.org/10.1177/10883576970120010>
- Goodwin, J., Rob, P., Freeston, M., Garland, D., Grahame, V., Kernohan, A., Labus, M., Osborne, M., Parr, J. R., & Wright, C. (2022). Caregiver perspectives on the impact of uncertainty on the everyday lives of autistic children and their families. *Autism*, 26(4), 827-838. <https://doi.org/10.1177/13623613211033757>
- Gosselin, P., Maassarani, R., Younger, A., & Perron, M. (2011). Children's deliberate control of facial action units involved in sad and happy expressions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 35, 225-242. <https://doi.org/10.1007/s10919-011-0110-9>
- Grossard, C., Chaby, L., Hun, S., Pellerin, H., Bourgeois, J., Dapogny, A., Ding, H., Serret, S., Foulon, P., Chetouani, M., Chen, L., Bailly, K., Grynszpan, O., & Cohen, D. (2018). Children facial expression production: Influence of age, gender, emotion subtype, elicitation condition and culture [Original Research]. *Frontiers in Psychology*, 9.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00446>

- Grossard, C., Dapogny, A., Cohen, D., Bernheim, S., Juillet, E., Hamel, F., Hun, S., Bourgeois, J., Pellerin, H., & Serret, S. (2020). Children with autism spectrum disorder produce more ambiguous and less socially meaningful facial expressions: An experimental study using random forest classifiers. *Molecular Autism, 11*, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13229-020-0312-2>
- Grossman, R. B., Edelson, L. R., & Tager-Flusberg, H. (2013). Emotional facial and vocal expressions during story retelling by children and adolescents with high-functioning autism. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 56*(3), 1035-1044. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/12-0067\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/12-0067))
- Guha, T., Yang, Z., Grossman, R. B., & Narayanan, S. S. (2018). A computational study of expressive facial dynamics in children with autism. *IEEE Transactions on Affective Computing, 9*(1), 14-20. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2016.2578316>
- Guha, T., Yang, Z., Ramakrishna, A., Grossman, R. B., Hedley, D., Lee, S., & Narayanan, S. S. (2015). On quantifying facial expression-related atypicality of children with autism spectrum disorder. 2015 IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP), doi: [10.1109/ICASSP.2015.7178080](https://doi.org/10.1109/ICASSP.2015.7178080)
- Hebron, M. (2022). Humours in Renaissance Philosophy. In *Encyclopedia of Renaissance Philosophy* (pp. 1610-1612). Springer.
- Helt, M. S., & Fein, D. A. (2016). Facial feedback and social input: Effects on laughter and enjoyment in children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 46*(1), 83-94. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2545-z>
- Hirschler-Guttenberg, Y., Feldman, R., Ostfeld-Etzion, S., Laor, N., & Golan, O. (2015). Self- and co-regulation of anger and fear in preschoolers with autism spectrum disorders: The

- role of maternal parenting style and temperament. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(9), 3004-3014. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2464-z>
- Institut national de santé publique du Québec. (2017). *Surveillance du trouble du spectre de l'autisme au Québec*. Bureau d'Information et d'Études en Santé des Populations (BIESP). https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2310_surveillance_trouble_spectre_autisme.pdf
- Izard, C. E. (1977). *Human emotions*. Springer.
- Jacques, C., Courchesne, V., Meilleur, A.-A. S., Mineau, S., Ferguson, S., Cousineau, D., Labbe, A., Dawson, M., & Mottron, L. (2018). What interests young autistic children? An exploratory study of object exploration and repetitive behavior. *PloS One*, 13(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209251>
- Jacques, C., Courchesne, V., Mineau, S., Dawson, M., & Mottron, L. (2022). Positive, negative, neutral—or unknown? The perceived valence of emotions expressed by young autistic children in a novel context suited to autism. *Autism*, 26(7). <https://doi.org/10.1177/13623613211068221>
- Jacques, C. Courchesne, V. Couture, M., Soulières, I., Thermidor, G., Lacelle, C., Couture, D. & Mottron, L. (Submitted). Utilizing stakeholders' expertise to create an evaluation context adapted for school-aged autistic children: From Montreal stimulating play situation preschool version to the school version. *Journal of Autism and Developmental Disorders*.
- Jobe, L. E., & White, S. W. (2007). Loneliness, social relationships, and a broader autism phenotype in college students. *Personality and Individual Differences*, 42(8), 1479-1489. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.10.021>
- Joon, P., Kumar, A., & Parle, M. (2021). What is autism? *Pharmacological Reports*, 73(5), 1255-1264. <https://doi.org/10.1007/s43440-021-00244-0>

- Junier, H. (2022). Chapitre 1. Émotion : les théories. In *Les émotions à l'aube de la vie* (pp. 5-42). Dunod.
- Kanner, L. (1968). Autistic disturbances of affective contact. *Acta paedopsychiatrica*, 35(4), 100-136.
- Kasari, C., Sigman, M., Mundy, P., & Yirmiya, N. (1990). Affective sharing in the context of joint attention interactions of normal, autistic, and mentally retarded children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 20(1), 87-100. <https://doi.org/10.1007/BF02206859>
- Kliemann, D., Dziobek, I., Hatri, A., Steimke, R., & Heekeren, H. R. (2010). Atypical reflexive gaze patterns on emotional faces in autism spectrum disorders. *Journal of Neuroscience*, 30(37), 12281-12287. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0688-10.2010>
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., & Volkmar, F. (2003). The enactive mind, or from actions to cognition: Lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1430), 345-360. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1202>
- Klennert, M. D., Campos, J. J., Sorce, J. F., Emde, R. N., & Svejda, M. (1983). Emotions as behavior regulators: Social referencing in infancy. In *Emotions in Early Development* (pp. 57-86). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-558702-0.50009-1>
- Koegel, L., Matos-Freden, R., Lang, R., & Koegel, R. (2012). Interventions for children with autism spectrum disorders in inclusive school settings. *Cognitive and Behavioral Practice*, 19(3), 401-412. <https://doi.org/10.1016/j.cbpra.2010.11.003>
- Koller, M. (2016). robustlmm: An R package for robust estimation of linear mixed-effects models. *Journal of Statistical Software*, 75, 1-24. <https://doi.org/10.18637/jss.v075.i06>

- Küntzler, T., Höfling, T. T. A., & Alpers, G. W. (2021). Automatic facial expression recognition in standardized and non-standardized emotional expressions. *Frontiers in Psychology, 12*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.627561>
- Larose, V., Sotelo, K., Mottron, L., & Jacques, C. (2021). Initial development of a questionnaire about parents' perspectives on the strengths and interests of autistic preschoolers. *Canadian Journal of Behavioural Science, 53*(4), 530. <https://doi.org/10.1037/cbs0000268>
- Latour, L. (2021). *Théorie des émotions et émotions animales*. [Master's thesis, Université de Montréal]. Papyrus: Dépôt institutionnel. https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/25119/Latour_Lea_2020_memoire.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Lazarus, S.-R. (2000). The cognition-emotion debate: A bit of history. In T. Dalgleish & M. Power (Eds.), *Handbook of cognition and emotion* (pp. 3-19). John Wiley & Sons.
- Legiša, J., Messinger, D. S., Kermol, E., & Marlier, L. (2013). Emotional responses to odors in children with high-functioning autism: Autonomic arousal, facial Behavior and self-report. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43*(4), 869-879. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1629-2>
- Leppänen, J. M., & Nelson, C. A. (2006). The development and neural bases of facial emotion recognition. *Advances in Child Development and Behavior, 34*, 207-246. [https://doi.org/10.1016/S0065-2407\(06\)80008-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2407(06)80008-X)
- Li, Y.-M., Jing, J., Jin, Y., Zou, X.-B., Igarashi, K., & Chan, R. C. (2011). Visual attention, emotional and behavioral responses to facial expression in young children with autism. *Psychologia, 54*(3), 156-165. <https://doi.org/10.2117/psysoc.2011.156>

Liu, S., Wang, Y., & Song, Y. (2023). Atypical facial mimicry for basic emotions in children with autism spectrum disorder. *Autism Research, 16*(7), 1375-1388.

<https://doi.org/10.1002/aur.2957>

Losh, M., & Capps, L. (2006). Understanding of emotional experience in autism: Insights from the personal accounts of high-functioning children with autism. *Developmental Psychology, 42*(5), 809. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.5.809>

Loveland, K. A., Tunali-Kotoski, B., Pearson, D. A., Brelsford, K. A., Ortegon, J., & Chen, R. (1994). Imitation and expression of facial affect in autism. *Development and Psychopathology, 6*(3), 433-444. <https://doi.org/10.1017/S0954579400006039>

Macari, S., DiNicola, L., Kane-Grade, F., Prince, E., Verneti, A., Powell, K., Fontenelle IV, S., & Chawarska, K. (2018). Emotional expressivity in toddlers with autism spectrum disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 57*(11), 828-836. e822. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2018.07.872>

Macari, S. L., Koller, J., Campbell, D. J., & Chawarska, K. (2017). Temperamental markers in toddlers with autism spectrum disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 58*(7), 819-828. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12710>

Maclean, P. D. (1949). Psychosomatic disease and the "visceral brain"; recent developments bearing on the Papez theory of emotion. *Psychosomatic Medicine, 11*.

<https://doi.org/info:doi/10.1097/00006842-194911000-00003>

Markodimitraki, M., Kypriotaki, M., Ampartzaki, M., & Manolitsis, G. (2013). Effects of context and facial expression on imitation tasks in preschool children with autism. *Early Child Development and Care, 183*(9), 1276-1292.

<https://doi.org/10.1080/03004430.2012.721357>

- Martinez, A. M. (2017). Computational models of face perception. *Current Directions in Psychological Science*, 26(3), 263-269. <https://doi.org/10.1177/0963721417698535>
- McGee, G. G., Feldman, R. S., & Chernin, L. (1991). A comparison of emotional facial display by children with autism and typical preschoolers. *Journal of Early Intervention*, 15(3), 237-245. <https://doi.org/10.1177/105381519101500303>
- McGovern, C. W., & Sigman, M. (2005). Continuity and change from early childhood to adolescence in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(4), 401-408. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00361.x>
- McIntosh, D. N., Reichmann-Decker, A., Winkielman, P., & Wilbarger, J. L. (2006). When the social mirror breaks: Deficits in automatic, but not voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Developmental Science*, 9(3), 295-302. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00492.x>
- McLeod, J. W. H., & McCrimmon, A. W. (2021). Test review: Raven's 2 Progressive Matrices, clinical edition (Raven's 2). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 39(3), 388-392. <https://doi.org/10.1177/0734282920958220>
- Misailidi, P. (2002). Affective expressions during joint attention interactions with an adult: The case of autism. *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, 9(1), 9-21. https://doi.org/10.12681/psy_hps.24050
- Molina Roldán, S., Marauri, J., Aubert, A., & Flecha, R. (2021). How inclusive interactive learning environments benefit students without special needs. *Frontiers in Psychology*, 12, 661427. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.661427>
- Mottron, L., Mineau, S., Martel, G., Bernier, C. S.-C., Berthiaume, C., Dawson, M., Lemay, M., Palardy, S., Charman, T., & Faubert, J. (2007). Lateral glances toward moving stimuli

- among young children with autism: Early regulation of locally oriented perception?
Development and Psychopathology, 19(1), 23-36. doi:[10.1017/S0954579407070022](https://doi.org/10.1017/S0954579407070022)
- Northrup, J. B., Mazefsky, C. A., & Day, T. N. (2024). Valence and intensity of emotional expression in autistic and non-Autistic toddlers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10803-024-06268-8>
- Oberman, L. M., Winkielman, P., & Ramachandran, V. S. (2009). Slow echo: Facial EMG evidence for the delay of spontaneous, but not voluntary, emotional mimicry in children with autism spectrum disorders. *Developmental Science*, 12(4), 510-520.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00796.x>
- Odom, R. D., & Lemond, C. M. (1972). Developmental differences in the perception and production of facial expressions. *Child Development*, 359-369.
<https://doi.org/10.2307/1127541>
- Ong, C. S., Magiati, I., Maybery, M. T., Rodgers, J., Uljarevic, M., & Alvares, G. A. (2023). Parental perspectives of the everyday experiences of uncertainty among young children on the autism spectrum. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 101.
<https://doi.org/10.1016/j.rasd.2022.102087>
- Oster, H. (2005). The repertoire of infant facial expressions: An ontogenetic perspective. In J. Nadel & D. Muir (Eds.), *Emotional Development: Recent Research Advances* (pp. 261–292). Oxford University Press.
- Oster, H. (2006). *Baby FACS: Facial Action Coding System for infants and young children*. Unpublished monograph and coding manual. New York University.
- Papez, J. W. (1937). A proposed mechanism of emotion. *Archives of Neurology & Psychiatry*, 38. <https://doi.org/info:doi/10.1001/archneurpsyc.1937.02260220069003>

- Paterson, S. J., Wolff, J. J., Elison, J. T., Winder-Patel, B., Zwaigenbaum, L., Estes, A., Pandey, J., Schultz, R. T., Botteron, K., & Dager, S. R. (2019). The importance of temperament for understanding early manifestations of autism spectrum disorder in high-risk infants. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *49*, 2849-2863.
<https://doi.org/10.1007/s10803-019-04003-2>
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis*. Harper & Row.
- Pluye, P. (2012). Méthodes mixtes en santé mondiale. In J. C. Suárez-Herrera & M. J. Blain (Eds.), *Regards croisés sur la socio-anthropologie réflexive et la recherche en santé mondiale* (pp. 129–135). Montréal: Cahiers scientifiques de l'ACFAS # 114.
- Raven, J. C., & Court, J. H. (1998). *Raven's progressive matrices and vocabulary scales* (Vol. 759). Oxford psychologists Press Oxford.
- Reddy, V., Williams, E., & Vaughan, A. (2002). Sharing humour and laughter in autism and Down's syndrome. *British Journal of Psychology*, *93*(2), 219-242.
<https://doi.org/10.1348/000712602162553>
- Robain, F., Kojovic, N., Solazzo, S., Glaser, B., Franchini, M., & Schaer, M. (2021). The impact of social complexity on the visual exploration of others' actions in preschoolers with autism spectrum disorder. *BMC Psychology*, *9*, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00553-2>
- Rosello, B., Berenguer, C., Baixauli, I., García, R., & Miranda, A. (2020). Theory of mind profiles in children with autism spectrum disorder: Adaptive/social skills and pragmatic competence. *Frontiers in Psychology*, *11*, 567401.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.567401>
- Roseman, I. J. (1984). Cognitive determinants of emotion: A structural theory. *Review of Personality & Social Psychology*, *5*, 11-36.

- Rubia, K., Overmeyer, S., Taylor, E., Brammer, M., Williams, S., Simmons, A., Andrew, C., & Bullmore, E. (2000). Functional frontalisation with age: Mapping neurodevelopmental trajectories with fMRI. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(1), 13-19.
[https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(99\)00055-X](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(99)00055-X)
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161–1178. <https://doi.org/10.1037/h0077714>
- Saarni, C. (1984). An observational study of children's attempts to monitor their expressive behavior. *Child Development*, 55(4), 1504-1513. <https://doi.org/10.2307/1130020>
- Saarni, C. (1979). Children's understanding of display rules for expressive behavior. *Developmental Psychology*, 15(4), 424. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.15.4.424>
- Saban-Bezalel, R., Avni, E., Ben-Itzhak, E., & Zachor, D. A. (2023). Relationship between parental concerns about social–emotional reciprocity deficits and their children’s final ASD diagnosis. *Children*, 10(11), 1786.
- Sallquist, J. V., Eisenberg, N., Spinrad, T. L., Reiser, M., Hofer, C., Zhou, Q., ... & Eggum, N. (2009). Positive and negative emotionality: Trajectories across six years and relations with social competence. *Emotion*, 9(1), 15.
- Schlosberg, H. (1954). A scale for the judgment of facial expressions. *Journal of Experimental Psychology*, 29(6), 497–510. <https://doi.org/10.1037/h0055656>
- Shanok, N. A., Jones, N. A., & Lucas, N. N. (2019). The nature of facial emotion recognition impairments in children on the autism spectrum. *Child Psychiatry & Human Development*, 50(4), 661-667. <https://doi.org/10.1007/s10578-019-00870-z>
- Sigman, M. D., Kasari, C., Kwon, J. H., & Yirmiya, N. (1992). Responses to the negative emotions of others by autistic, mentally retarded, and normal children. *Child Development*, 63(4), 796-807. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1992.tb01662.x>

- Singular Inversions. (2023). *FaceGen*. In (Version 3.5) <https://facegen.com>
- Sivberg, B. (2003). Parents' detection of early signs in their children having an autistic spectrum disorder. *Journal of Pediatric Nursing*, 18(6), 433-439. [https://doi.org/10.1016/S0882-5963\(03\)00139-8](https://doi.org/10.1016/S0882-5963(03)00139-8)
- Smith, M. L., Cottrell, G. W., Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2005). Transmitting and Decoding Facial Expressions. *Psychological Science*, 16(3), 184-189. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00801.x>
- Snow, M. E., Hertzog, M. E., & Shapiro, T. (1987). Expression of emotion in young autistic children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 26(6), 836-838. <https://doi.org/https://doi.org/10.1097/00004583-198726060-00006>
- Stagg, S. D., Slavny, R., Hand, C., Cardoso, A., & Smith, P. (2014). Does facial expressivity count? How typically developing children respond initially to children with autism. *Autism*, 18(6), 704-711. <https://doi.org/10.1177/1362361313492392>
- St-Laurent, A., Jacques, C., & Université du Québec en Outaouais. (2020). Développement d'un outil de mesure et d'un guide d'intervention à l'utilisation des intérêts de prédilection et des forces cognitives en milieu scolaire chez les enfants et adolescents autistes de 7 à 18 ans [Dissertation].
- Sroufe, L. A. (1996). *Emotional Development*. New York, NY: Cambridge University Press. doi: [10.1017/CBO9780511527661](https://doi.org/10.1017/CBO9780511527661)
- Streiner, D. L. (2015). Best (but oft-forgotten) practices: The multiple problems of multiplicity—whether and how to correct for many statistical tests. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 102(4), 721-728. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.113548>
- Sullivan, M. W., & Lewis, M. (2003). Emotional expressions of young infants and children: A practitioner's primer. *Infants & Young Children*, 16(2), 120-142.

https://journals.lww.com/iyjournal/fulltext/2003/04000/emotional_expressions_of_young_infants_and.5.aspx

Tassinary, L. G., & Cacioppo, J. T. (1992). Unobservable facial actions and emotion.

Psychological Science, 3(1), 28-33. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1992.tb00252.x>

Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size.

<https://www.wbc.poznan.pl/publication/413565>

Trevisan, D. A., & Birmingham, E. (2016). Are emotion recognition abilities related to everyday social functioning in ASD? A meta-analysis. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 32, 24-42. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2016.08.004>

Trevisan, D. A., Hoskyn, M., & Birmingham, E. (2018). Facial expression production in autism: A meta-analysis. *Autism Research*, 11(12), 1586-1601. <https://doi.org/10.1002/aur.2037>

Valstar, M., Zafeiriou, S., & Pantic, M. (2017). 11 Facial Actions as Social Signals. *Social Signal Processing*, 123.

Van Santen, J. P., Prud'Hommeaux, E. T., Black, L. M., & Mitchell, M. (2010). Computational prosodic markers for autism. *Autism*, 14(3), 215-236.

<https://doi.org/10.1177/1362361310363281>

Volker, M. A., Lopata, C., Smith, D. A., & Thomeer, M. L. (2009). Facial encoding of children with high-functioning autism spectrum disorders. *Focus on Autism and Other*

Developmental Disabilities, 24(4), 195-204. <https://doi.org/10.1177/1088357609347325>

Walker-Andrews, A. S. (1998). Emotions and social development: Infants' recognition of emotions in others. *Pediatrics*, 102, 1268-1271.

- Walter, S. R., Dunsmuir, W. T., & Westbrook, J. I. (2019). Inter-observer agreement and reliability assessment for observational studies of clinical work. *Journal of Biomedical Informatics*, *100*. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103317>
- Wechsler, D. (1939). The nature of intelligence. In D. Wechsler, *The measurement of adult intelligence* (pp. 3–12). Williams & Wilkins Co. <https://doi.org/10.1037/10020-001>
- Wechsler, W. D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children-WISC-IV*. San Antonio, TX : Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2012). Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence—fourth edition. *The Psychological Corporation San Antonio, TX*.
- Wieckowski, A. T., Swain, D. M., Abbott, A. L., & White, S. W. (2019). Task dependency when evaluating association between facial emotion recognition and facial emotion expression in children with ASD. *Journal of autism and developmental disorders*, *49*, 460-467.
- Wundt, W. (1998). *Outlines of Psychology* (C. H. Judd, Trans.). Thoemmes Press. (Original work published 1897)
- Yarczower, M., Kilbride, J. E., & Hill, L. A. (1979). Imitation and inhibition of facial expression. *Developmental Psychology*, *15*(4), 453. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.15.4.453>
- Yirmiya, N., Kasari, C., Sigman, M., & Mundy, P. (1989). Facial expressions of affect in autistic, mentally retarded and normal children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *30*(5), 725-735. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1989.tb00785.x>
- Yurgelun-Todd, D. A., & Killgore, W. D. (2006). Fear-related activity in the prefrontal cortex increases with age during adolescence: A preliminary fMRI study. *Neuroscience Letters*, *406*(3), 194-199. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.07.046>

Zwaigenbaum, L., Bryson, S., & Garon, N. (2013). Early identification of autism spectrum disorders. *Behavioural Brain Research*, 251, 133-146.

<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.04.004>

ANNEXE A – Supplementary material

Table A*Families' Sociodemographic Characteristics*

Characteristics	<i>n</i>	%			
Annual income					
Under CAN\$29,999	4	8.0			
CAN\$30,000-49,999	5	10.0			
CAN\$50,000-69,999	5	10.0			
CAN\$70,000-89,999	8	16.0			
CAN\$90,000-119,999	3	6.0			
Over CAN\$120,000	6	12.0			
Missing	19	38.0			
<hr/>					
		Mothers		Fathers	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	
Parental level of education					
High school not completed	1	2.0	1	2.0	
High school	3	6.0	3	6.0	
College	9	18.0	8	16.0	
Undergraduate studies	8	16.0	8	16.0	
Graduate studies	5	10.0	6	12.0	
Postdoctoral fellowship	1	2.0	1	2.0	
Other	3	6.0	1	2.0	
Missing	20	40.0	22	44.0	

Table B*Mean Scores and SD on ADOS-2 in the Autistic Group*

ADOS-2 modules (CSS scores)	<i>M</i>	<i>SD</i>
Module Toddler (<i>n</i> = 8)		
Social affect	17.50	4.34
Restricted repetitive behaviors	4.13	1.81
Module 1 (<i>n</i> = 10)		
Social affect	14.30	5.29
Restricted repetitive behaviors	4.50	1.18

Note. *N* represents the number of children for whom data were available; CSS = Calibrated Severity Scores

Table C

MSPS-1 Details: Semi-Structured Observation Situation Based on Autistic Development

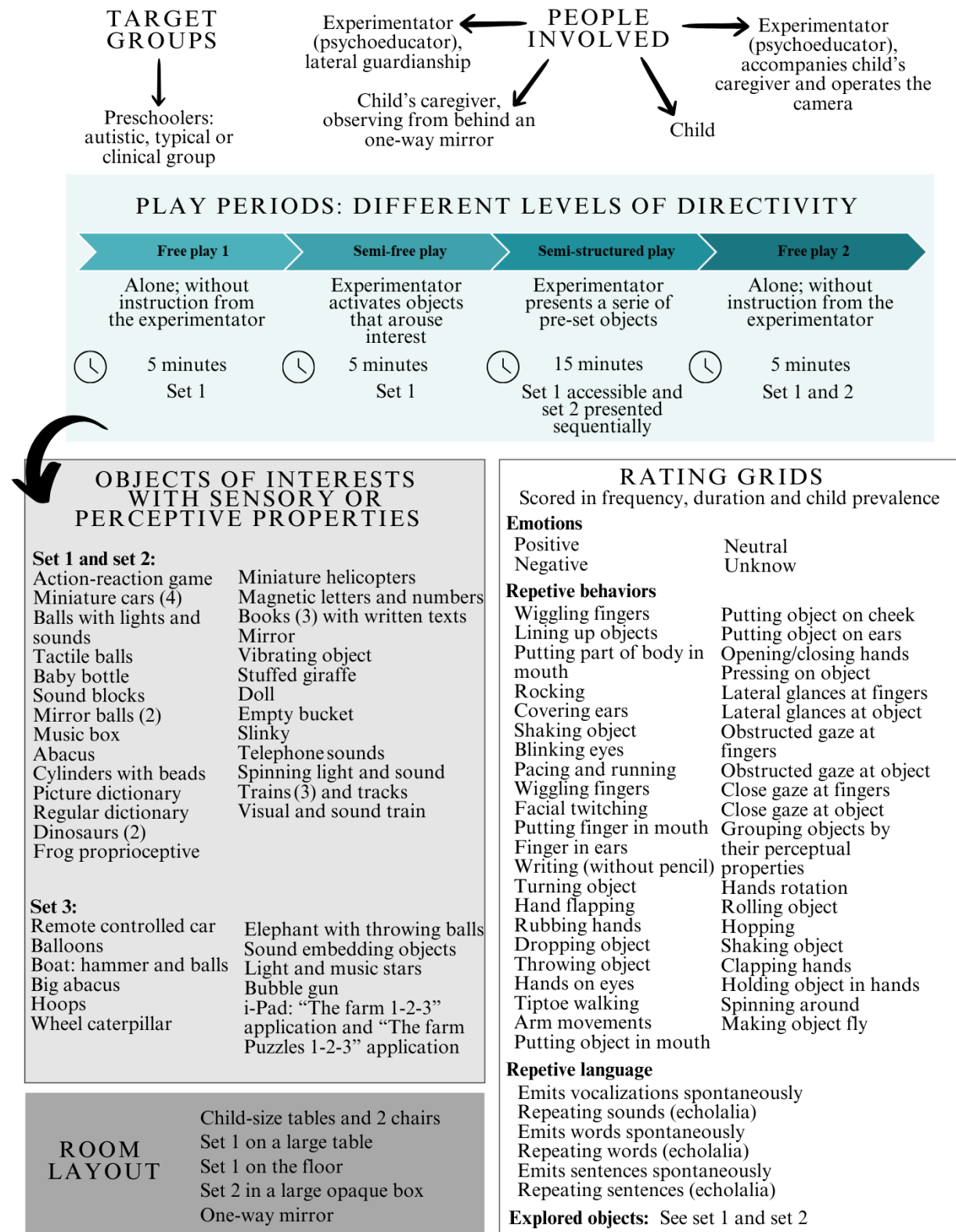


Table D

MSPS-2 Details: Semi-Structured Observation Situation Based on Autistic Development

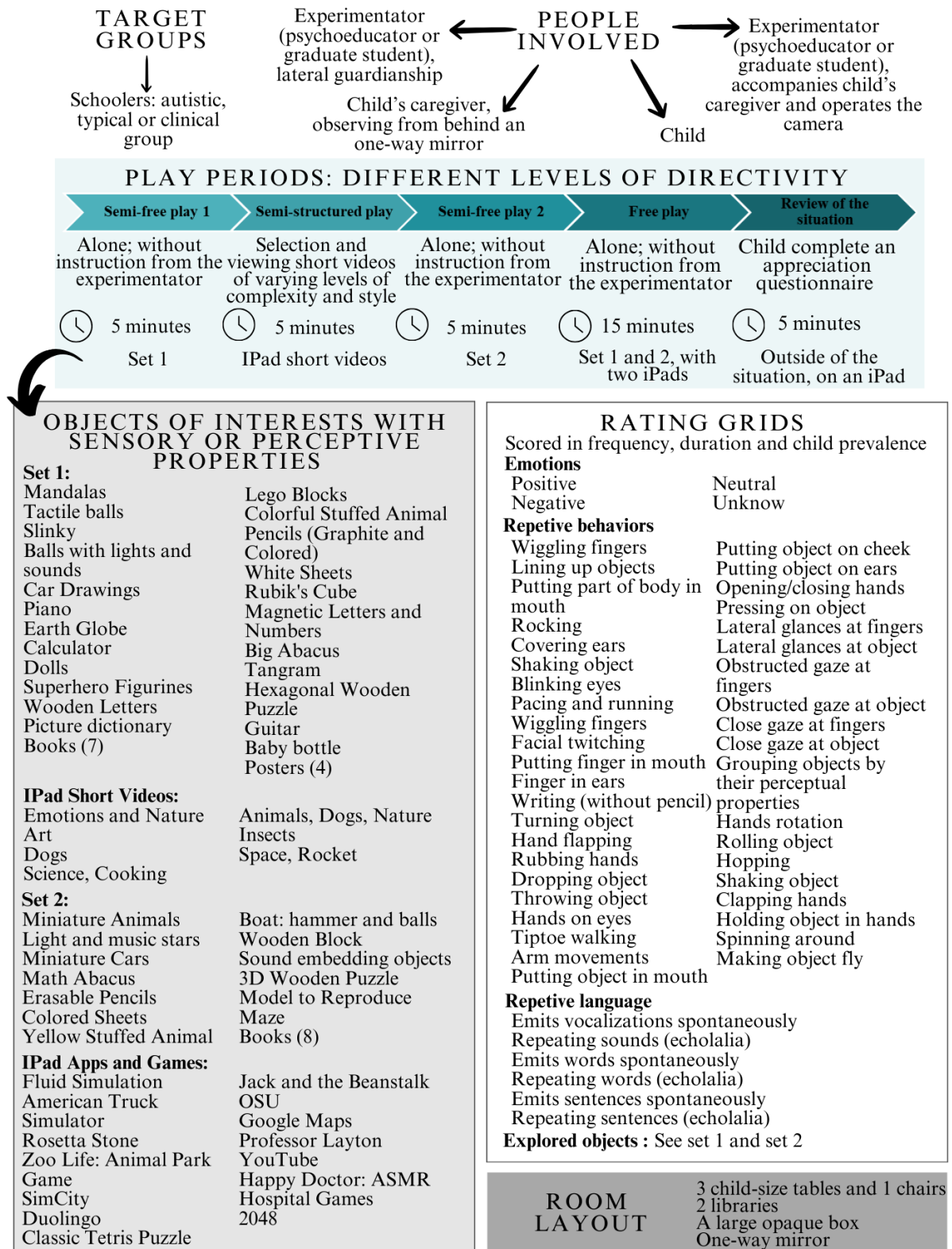
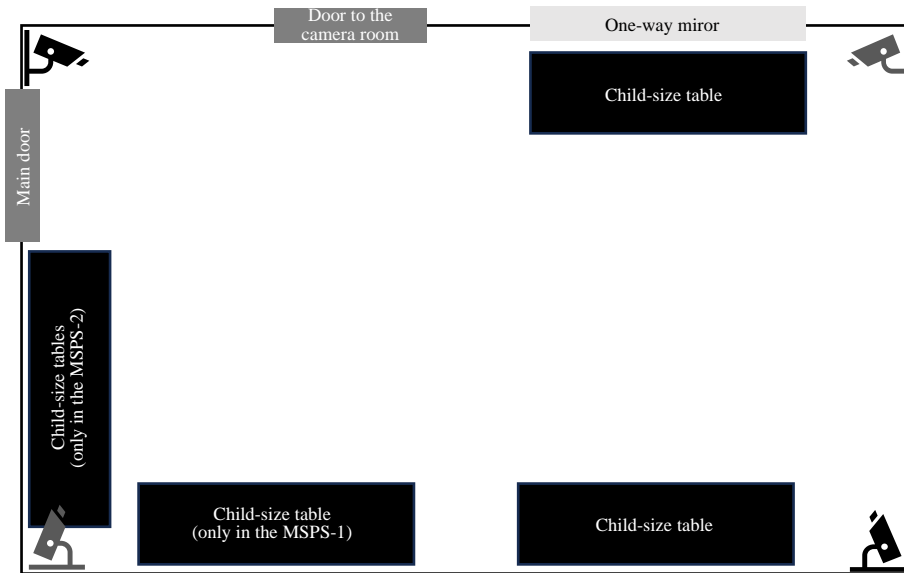


Table E*Proportion of Participants Filmed Using Different Numbers of Cameras*

Number of cameras	<i>n</i>
MSPS-1	
By a cameraman	7
By 2 mobile cameras	38
By 4 cameras (2 mobile and 2 fixed)	5
MSPS-2	
By 4 cameras (2 mobile and 2 fixed)	50

Table F

Spatial Distribution of MSPS Cameras



Note. The black cameras are fixed, while the grey ones are controlled by a research assistant.

Table G*Inter-Rater Reliability Formulas*

Type	Formula
Frequency	$\left(\frac{\text{Total number of overlapping elements coded identically by the two coders}}{\text{Total number of elements coded}} \right) \times 100$
Duration	$\left(\frac{\text{Total time in agreement}}{\text{Total time in agreement and disagreement}} \right) \times 100$

Note. The complete procedure is available on request.

Table H

Normality of Data, Frequency and Duration of Expressed Emotions in Autistic and Typical Children in the MSPS-1 and MSPS-2 with the Shapiro-Wilk Test.

a. MSPS-1

	Duration							
	Autistic (n = 25)				Typical (n = 25)			
	<i>K</i>	<i>Sk.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>K</i>	<i>Sk.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
Positive	1.10	1.46	0.78	<0.001	6.97	0.46	0.80	<0.001
Negative	23.20	4.76	0.29	<0.001	24.97	5.00	0.21	<0.001
Neutral	-1.09	0.46	0.92	0.40	-1.54	0.14	0.89	0.014
Unknown	16.06	3.77	0.46	<0.001	23.61	4.81	0.28	<0.001

	Frequency							
	Autistic (n = 25)				Typical (n = 25)			
	<i>K</i>	<i>Sk.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>K</i>	<i>Sk.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
Positive	0.43	0.97	0.91	0.024	0.11	0.43	0.98	0.769
Negative	9.32	3.04	0.44	<0.001	23.48	4.80	0.25	<0.001
Neutral	-0.85	0.17	0.96	0.481	-0.76	0.68	0.90	0.020
Unknown	1.64	1.62	0.61	<0.001	21.00	4.46	0.33	<0.001

Note. The test rejects the hypothesis of normality when the *p* value is less than 0.05; K: Kurtosis; Sk: Skewness

b. MSPS-2

Duration									
Autistic (n = 25)					Typical (n = 25)				
	<i>K</i>	<i>Sk.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>K</i>	<i>Sk.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>	
Positive	0.78	1.23	0.838	0.001	6.66	2.57	0.604	<0.001	
Negative	19.40	4.25	0.387	<0.001	9.95	3.18	0.444	<0.001	
Neutral	-1.39	0.03	0.934	0.105	-1.17	-0.18	0.936	0.117	
Unknown	19.87	4.31	0.389	<0.001	23.06	4.75	0.264	<0.001	

Frequency									
Autistic (n = 25)					Typical (n = 25)				
	<i>p</i>	<i>K</i>	<i>Sk.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>	<i>K</i>	<i>Sk.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
Positive	<0.001	0.90	1.32	0.808	<0.001	12.64	3.28	0.592	<0.001
Negative	<0.001	16.77	3.90	0.437	<0.001	4.31	2.30	0.551	<0.001
Neutral	0.117	-0.40	-0.31	0.980	0.891	2.82	1.45	0.876	0.006
Unknown	<0.001	19.93	4.32	0.389	<0.001	13.65	3.62	0.367	<0.001

Note. The test rejects the hypothesis of normality when the *p* value is less than 0.05; K: Kurtosis; Sk.: Skewness

Table I

Wilcoxon Signed-Rank Test Results Comparing Emotional Expressions in Autistic Children at Two Time Points

a. In duration, in seconds

Valence	MSPS-1 (<i>n</i> = 25)			MSPS-2 (<i>n</i> = 25)			Negative MR	Positive MR	<i>Z</i>	<i>p</i>	Effect size <i>r</i>
	Median (IQR)	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	<i>M</i> (SD)	Range					
Positive	47.24 (100.89)	76.59 (86.69)	0-279.04	18.57 (57.02)	36.22 (41.64)	0-152.95	15.29	10.09	-1.39	0.332	0.20
Negative	0 (0)	2.41 (9.27)	0-46.18	0 (0.94)	2.88 (8.78)	0-43.03	6.00	4.00	-0.84	0.401	0.12
Neutral	482.15 (650.58)	546.42 (407.03)	15.55- 1338.71	691.12 (742.51)	763.23 (380.87)	169.92- 1363.99	10.10	14.93	-1.66	0.294	0.23
Unknown	0 (2.76)	1.87 (4.62)	0-21.97	0 (15.35)	28.24 (80.26)	0-394.90	4.00	8.33	-2.06	0.156	0.29

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; *SD*: Standard deviation; *IQR*: Interquartile range; *MR*: Mean rank; * *p* < 0.05. Data were standardized to a common denominator of 30 minutes (or 1800 seconds).

b. In frequency

Valence	MSPS-1 (<i>n</i> = 25)			MSPS-2 (<i>n</i> = 25)			Negative MR	Positive MR	<i>Z</i>	<i>p</i>	Effect size <i>r</i>
	Median (IQR)	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	<i>M</i> (SD)	Range					
Positive	9.81 (12.78)	11.41 (9.42)	0-35.41	5.99 (11.56)	9.28 (11.58)	0-51.60	13.33	12.50	-1.01	0.626	0.14
Negative	0 (0)	0.52 (1.40)	0-5.77	0 (0.88)	0.91 (2.52)	0-12.10	6.50	3.83	-0.70	0.483	0.10
Neutral	33.44 (30.19)	36.17 (21.34)	3.66- 87.19	49.71 (27.52)	54.53 (19.99)	17.10- 101.35	11.75	13.24	-3.11	0.008 *	0.44
Unknown	0 (0.90)	0.35 (0.62)	0-2	0 (1.99)	5.36 (14.85)	0-72.16	4.00	8.33	-2.06	0.117	0.29

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; *SD*: Standard deviation; *IQR*: Interquartile range; *MR*: Mean rank; * *p* < 0.05. Data were standardized to a common denominator of 30 minutes (or 1800 seconds).

Table J

Wilcoxon Signed-Rank Test Results Comparing Emotional Expressions in Typical Children at Two Time Points

a. In duration, in seconds

Valence	MSPS-1 (<i>n</i> = 25)			MSPS-2 (<i>n</i> = 25)			Negative MR	Positive MR	<i>Z</i>	<i>p</i>	Effect size <i>r</i>
	Median (IQR)	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	<i>M</i> (SD)	Range					
Positive	132.25 (125.53)	160.31 (123.03)	25.36- 618.04	2.06 (16.65)	13.65 (24.73)	0-99.59	13.00	0	-4.37	<0.00 4*	0.62
Negative	0 (0)	3.78 (18.51)	0-92.61	0 (1.98)	3.58 (9.39)	0-39.12	6.00	4.71	-1.24	0.428	0.18
Neutral	598.94 (796.66)	594.29 (428.75)	25.29- 1299.64	782.23 (725.33)	799.06 (399.86)	159.86- 1391.80	11.75	13.59	-1.84	0.195	0.26
Unknown	0 (0)	1.18 (4.43)	0-22.02	0 (0)	1.53 (6.31)	0-31.27	2.75	5.00	-0.11	0.917	0.02

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; *SD*: Standard deviation; *IQR*: Interquartile range; *MR*: Mean rank; * *p* < 0.05. Data were standardized to a common denominator of 30 minutes (or 1800 seconds).

b. In frequency

Valence	MSPS-1 (<i>n</i> = 25)			MSPS-2 (<i>n</i> = 25)			Negative MR	Positive MR	<i>Z</i>	<i>p</i>	Effect size <i>r</i>
	Median (IQR)	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	<i>M</i> (SD)	Range					
Positive	23.12 (13.37)	24.16 (12.37)	4.23- 52.34	0.99 (4.34)	3.21 (5.54)	0-25.82	13.00	0	-4.37	<0.00 4*	0.62
Negative	0 (0)	0.29 (1.27)	0-6.31	0 (0.99)	0.92 (1.89)	0-6.45	5.50	4.86	-1.37	0.344	0.19
Neutral	35.37 (54.45)	45.98 (32.33)	5.28- 108.72	27.42 (14.42)	29.58 (15.03)	4.86- 69.31	15.79	9.45	-1.57	0.345	0.22
Unknown	0 (0)	0.34 (1.09)	0-5.28	0 (0)	0.27 (0.87)	0-3.91	3.00	4.50	-0.31	0.753	0.04

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; *SD*: Standard deviation; *IQR*: Interquartile range; *MR*: Mean rank; * *p* < 0.05. Data were standardized to a common denominator of 30 minutes (or 1800 seconds).

Table K*Expressed Emotions in Neurotypical Girls and Boys in the MSPS-2 with U Mann-Whitney*

a. In duration, in seconds

Valence	Girls (<i>n</i> = 11)				Boys (<i>n</i> = 14)				<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	Effect size <i>r</i>
	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR				
Positive	12.36 (19.33)	0-65	3.00 (20)	13.36	15.79 (31.31)	0-108	2.00 (14)	12.71	73.00	-0.22	1.64	0.04
Negative	6.55 (14.15)	0-41	0 (3)	12.91	1.50 (3.25)	0-12	0 (2)	13.07	76.00	-0.66	0.95	0.13
Neutral	891.00 (426.03)	230-1406	1005.00 (839)	14.41	762.00 (394.75)	162-1466	763.50 (685)	11.89	61.50	-0.85	1.58	0.17
Unknown	3.00 (9.62)	0-32	0 (0)	13.77	0.43 (1604)	0-6	0 (0)	12.39	68.50	-0.82	1.23	0.16

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; SD: Standard deviation; IQR: Interquartile range; MR: Mean rank; * $p < 0.05$.

b. In frequency

Valence	Girls (<i>n</i> = 11)				Boys (<i>n</i> = 14)				<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	Effect size <i>r</i>
	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR				
Positive	12.36 (19.33)	0-65	3.00 (20)	13.36	15.79 (31.31)	0-108	2.00 (14)	12.71	73.00	-0.22	1.64	0.04
Negative	6.55 (14.15)	0-41	0 (3)	12.91	1.50 (3.25)	0-12	0 (2)	13.07	76.00	-0.66	0.95	0.13
Neutral	891.00 (426.03)	230-1406	1005.00 (839)	14.41	762.00 (394.75)	162-1466	763.50 (685)	11.89	61.50	-0.85	1.58	0.17
Unknown	3.00 (9.62)	0-32	0 (0)	13.77	0.43 (1604)	0-6	0 (0)	12.39	68.50	-0.82	1.23	0.16

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; SD: Standard deviation; IQR: Interquartile range; MR: Mean rank; * $p < 0.05$.

Table L

Duration (in seconds) of “Face not Visible” codes in Autistic and Typical Children in the MSPS-2 with U Mann-Whitney Test.

	Autistic (n = 25)				Typical (n = 25)				<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR			
Duration	969.80 (363.27)	411.58- 1630.66	971.09 (610.08- 1280.55)	23.24	982.21 (404.58)	388.04- 1640.06	923.71 (672.61- 1400.55)	27.76	256.00	-1.10	0.27

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; SD: Standard deviation; IQR: Interquartile range; MR: Mean rank; * *p* < 0.05.

Table M*Expressed Emotions of Autistic and Typical Children in the MSPS-2 with U Mann-Whitney*

a. In duration, in seconds

Valence	Autistic (<i>n</i> = 25)				Typical (<i>n</i> = 25)				<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	Effect size <i>r</i>
	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR				
Positive	33.16 (37.28)	0-133	20.0 (50)	30.68	14.28 (26.26)	0-108	2.0 (17.0)	20.32	183.00	-2.53	0.044*	0.36
Negative	2.24 (6.55)	0-32	0 (1.0)	24.96	3.72 (9.78)	0-41	0 (2.0)	26.04	299.00	-0.32	0.747	0.05
Neutral	727.84 (418.47)	62-1385	687.0 (786)	24.00	818.76 (405.34)	162- 1466	811.0 (701)	27.00	275.00	-0.73	0.934	0.10
Unknown	27.80 (80.22)	0-394	0 (16.0)	29.32	1.56 (6.45)	0-32	0 (0)	21.68	217.00	-2.40	0.048*	0.34

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; SD: Standard deviation; IQR: Interquartile range; MR: Mean rank; * *p* < 0.05.

b. In frequency

Valence	Autistic (<i>n</i> = 25)				Typical (<i>n</i> = 25)				<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	Effect size <i>r</i>
	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR	<i>M</i> (SD)	Range	Median (IQR)	MR				
Positive	8.04 (8.94)	0-29	6.0 (12.0)	30.44	3.36 (5.94)	0-28	1.0 (5.0)	20.56	189.00	-2.43	0.045*	0.34
Negative	0.72 (1.88)	0-9	0 (1.0)	24.90	0.96 (1.99)	0-7	0 (1.0)	26.10	297.50	-0.36	0.719	0.05
Neutral	48.36 (17.07)	13-80	50.0 (27.0)	32.76	30.48 (15.70)	5-75	28.0 (15.0)	18.24	131.00	-3.52	0.004*	0.50
Unknown	5.12 (14.64)	0-72	0 (2.0)	29.26	0.28 (0.89)	0-4	0 (0)	21.74	218.50	-2.37	0.036*	0.34

Note. *P*-values have been adjusted using the Holm-Bonferroni correction to control for multiple comparisons. *M*: Mean; SD: Standard deviation; IQR: Interquartile range; MR: Mean rank; * *p* < 0.05.

Table N

Process for Creating Visual Representations of Unknown Emotions in Autistic Children

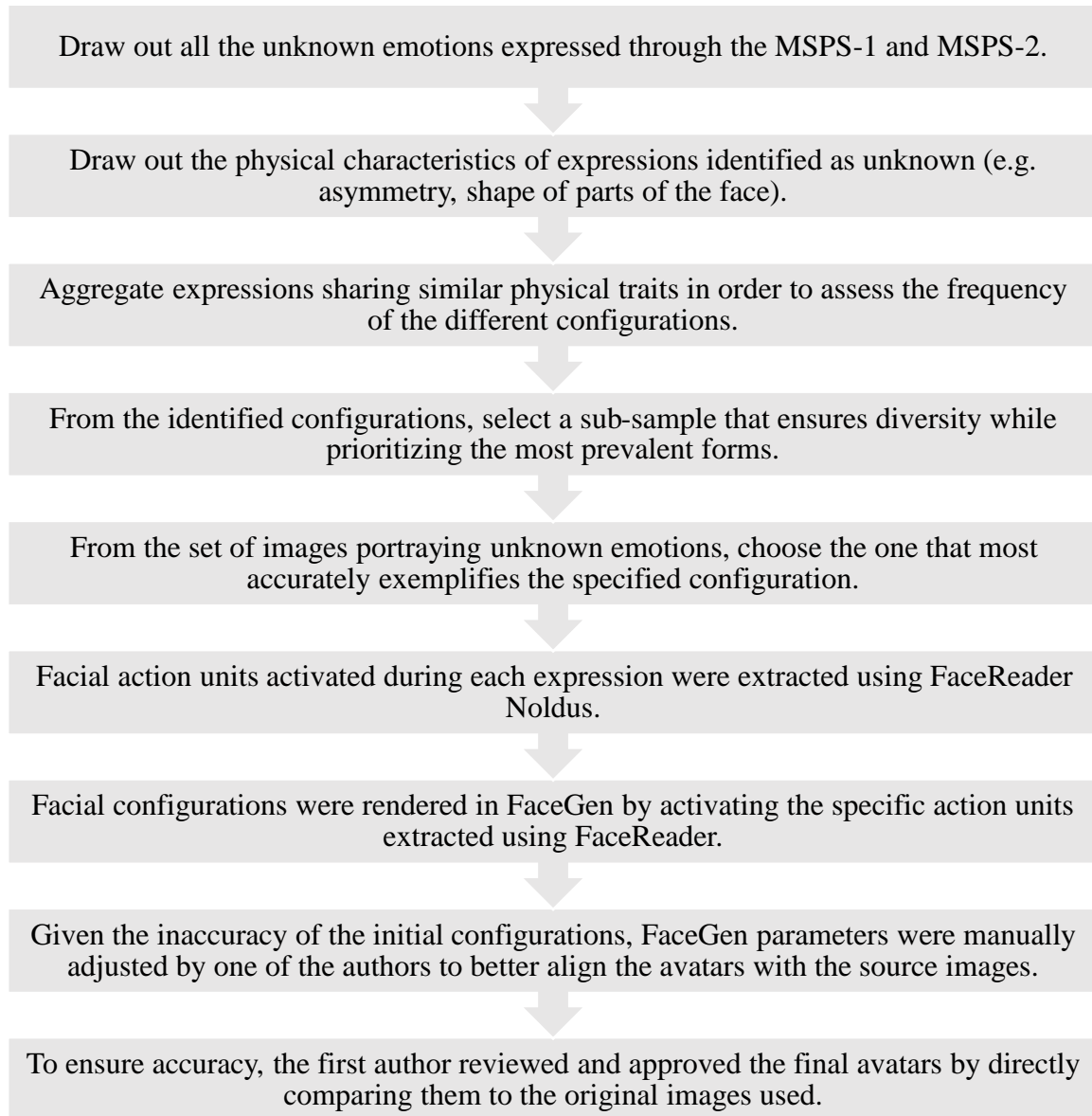


Table O

Mixed Longitudinal Regression with R Software: Predicting Changes in Emotion Based on IQ and NVIQ in Autistic and Typical Children

a. In duration, in seconds

Valence	Variables	Coefficient	SE	t/z	p	IC 95%
Positive	Time	-126.17034	6.1973	-20.36	< 0.001**	[-138.50831, -113.83237]
	Group	-147.40514	20.1164	-7.33	< 0.001**	[-187.45385, -107.35643]
	RPM-2	-0.10266	0.2790	-0.37	0.714	[-0.65804, 0.45273]
	WISC-FSIQ	0.70034	0.2892	2.42	0.018*	[0.12453, 1.27614]
	Time*Group	87.12862	10.2200	8.53	< 0.001**	[66.78220, 107.47504]
	Time*Group (typical)*RPM-2	0.01736	0.1463	0.12	0.906	[-0.27391, 0.30863]
	Time*Group (autistic)* RPM-2	0.06748	0.1483	0.45	0.650	[-0.22778, 0.36274]
	Time*Group (typical)*WISC-FSIQ	-0.34765	0.1473	-2.36	0.021*	[-0.64088, -0.05443]
	Time*Group (autistic)*WISC-FSIQ	-0.42237	0.1558	-2.71	0.008*	[-0.73246, -0.11228]
	Intercept	268.65408	11.3888	23.59	< 0.001**	[245.98071, 291.32744]
Negative	Time	-7.83298	2.1443	-3.65	< 0.001**	[-12.10203, -3.56393]
	Group	-13.36550	2.2301	-5.99	< 0.001**	[-17.80530, -8.92570]
	RPM-2	-0.06736	0.0212	-3.17	0.002*	[-0.10960, -0.02511]
	WISC-FSIQ	-0.30960	0.0385	-8.05	< 0.001**	[-0.38620, -0.23300]
	Time*Group	2.63395	1.4176	1.86	0.067	[-0.18829, 5.45620]
	Time*Group (typical)*RPM-2	-0.00619	0.0119	-0.52	0.604	[-0.02986, 0.01748]
	Time*Group (autistic)*RPM-2	0.06729	0.0126	5.36	< 0.001**	[0.04228, 0.09230]
	Time*Group (typical)*WISC-FSIQ	0.12937	0.0216	6.00	< 0.001**	[0.08642, 0.17233]
	Time*Group (autistic)*WISC-FSIQ	0.12238	0.0200	6.10	< 0.001**	[0.08247, 0.16229]
	Intercept	25.84803	3.8110	6.78	< 0.001**	[18.26084, 33.43522]
Neutral	Time	0.32721	66.6241	0.00	0.996	[-132.31126, 132.96567]
	Group	-400.33248	114.8436	-3.49	< 0.001**	[-628.96849, -171.69646]
	RPM-2	5.60954	1.7355	3.23	0.002*	[2.15452, 9.06455]
	WISC-FSIQ	-8.43771	2.0600	-4.10	< 0.001**	[-12.53882, -4.33660]
	Time*Group	260.26254	92.5795	2.81	0.006*	[75.95096, 444.57413]
	Time*Group (typical)*RPM-2	-3.08512	1.1159	-2.76	0.007*	[-5.30661, -0.86362]
	Time*Group (autistic)*RPM-2	-1.50303	1.6969	-0.89	0.378	[-4.88139, 1.87533]

	Time*Group (typical)*WISC- FSIQ	5.55213	1.2284	4.52	< 0.001**	[3.10663, 7.99764]
	Time*Group (autistic)*WISC- FSIQ	2.20512	1.9584	1.13	0.264	[-1.69382, 6.10406]
	Intercept	659.95216	115.9977	5.69	< 0.001**	[429.01840, 890.88593]
Unknown	Time	7.41484	0.7951	9.33	< 0.001**	[5.83197, 8.99771]
	Group	-4.86030	0.9315	-5.22	< 0.001**	[-6.71478, -3.00583]
	RPM-2	0.11852	0.0156	7.61	< 0.001**	[0.08751, 0.14953]
	WISC-FSIQ	0.08223	0.0132	6.23	< 0.001**	[0.05597, 0.10850]
	Time*Group	8.63894	0.8565	10.09	< 0.001**	[6.93384, 10.34405]
	Time*Group (typical)*RPM-2	-0.07715	0.0093	-8.30	< 0.001**	[-0.09567, -0.05864]
	Time*Group (autistic)*RPM-2	-0.03936	0.0166	-2.37	0.020*	[-0.07244, -0.00629]
	Time*Group (typical)*WISC- FSIQ	-0.06048	0.0086	-7.04	< 0.001**	[-0.07759, -0.04336]
	Time*Group (autistic)*WISC- FSIQ	-0.19490	0.0136	-14.34	< 0.001**	[-0.22195, -0.16785]
	Intercept	-9.37190	0.9955	-9.41	< 0.001**	[-11.35386, -7.38994]

Note. * $p < 0.05$; ** $p < 0.001$

b. In frequency

Valence	Variables	Coefficient	SE	t/z	p	IC 95%
Positive	Time	-20.62825	2.1421	-9.63	< 0.001**	[-24.89281, -16.36370]
	Group	-35.04622	3.6319	-9.65	< 0.001**	[-42.27670, -27.81574]
	RPM-2	0.08993	0.0394	2.28	0.025*	[0.01153, 0.16832]
	WISC-FSIQ	-0.10687	0.0593	-1.80	0.075	[-0.22497, 0.01123]
	Time*Group	18.29565	2.1100	8.67	< 0.001**	[14.09506, 22.49624]
	Time*Group (typical)*RPM-2	-0.06680	0.0215	-3.11	0.003*	[-0.10951, -0.02409]
	Time*Group (autistic)*RPM-2	-0.02000	0.0286	-0.70	0.487	[-0.07698, 0.03697]
	Time*Group (typical)*WISC-FSIQ	0.04259	0.0303	1.40	0.164	[-0.01783, 0.10300]
	Time*Group (autistic)*WISC-FSIQ	0.05900	0.0391	1.51	0.136	[-0.01892, 0.13691]
	Intercept	47.70568	4.1672	11.45	< 0.001**	[39.40939, 56.00198]
Negative	Time	0.52603	0.1792	2.94	0.004*	[0.16924, 0.88283]
	Group	0.03037	0.2250	0.13	0.893	[-0.41750, 0.47823]
	RPM-2	-0.00616	0.0032	-1.90	0.061	[-0.01261, 0.00029]
	WISC-FSIQ	-0.01173	0.0034	-3.48	< 0.001**	[-0.01844, -0.00501]
	Time*Group	-0.44734	0.1386	-3.23	0.002*	[-0.72329, -0.17140]
	Time*Group (typical)*RPM-2	-0.00260	0.0027	-0.98	0.330	[-0.00788, 0.00268]
	Time*Group (autistic)*RPM-2	0.01471	0.0029	5.09	< 0.001**	[0.00895, 0.02046]
	Time*Group (typical)*WISC-FSIQ	0.00360	0.0018	1.95	0.055	[-0.00008, 0.00728]
	Time*Group (autistic)*WISC-FSIQ	-0.01138	0.0028	-4.10	< 0.001**	[-0.01692, -0.00585]
	Intercept	0.64580	0.3263	1.98	0.051	[-0.00388, 1.29549]
Neutral	Time	-25.29917	4.2139	-6.00	< 0.001**	[-33.68833, -16.91001]
	Group	-59.22563	7.5730	-7.82	< 0.001**	[-74.30234, -44.14892]
	RPM-2	0.12228	0.1319	0.93	0.357	[-0.14032, 0.38487]
	WISC-FSIQ	-0.41726	0.1163	-3.59	< 0.001**	[-0.64878, -0.18574]
	Time*Group	42.54478	4.1704	10.20	< 0.001**	[34.24222, 50.84733]
	Time*Group (typical)*RPM-2	-0.10525	0.0675	-1.56	0.123	[-0.23957, 0.02908]
	Time*Group (autistic)*RPM-2	-0.04422	0.0810	-0.55	0.587	[-0.20542, 0.11698]
	Time*Group (typical)*WISC-FSIQ	0.22095	0.0600	3.68	< 0.001**	[0.10152, 0.34037]
	Time*Group (autistic)*WISC-FSIQ	0.08564	0.0823	1.04	0.301	[-0.07818, 0.24946]

	Intercept	82.52820	7.8813	10.47	< 0.001**	[66.83779, 98.21862]
Unknown	Time	0.92728	0.0635	14.60	< 0.001**	[0.80081, 1.05375]
	Group	-1.32016	0.2411	-5.48	< 0.001**	[-1.80010, -0.84021]
	RPM-2	0.02899	0.0029	10.03	< 0.001**	[0.02323, 0.03474]
	WISC-FSIQ	0.00557	0.0011	4.93	< 0.001**	[0.00332, 0.00782]
	Time*Group	2.06546	0.2436	8.48	< 0.001**	[1.58048, 2.55045]
	Time*Group (typical)*RPM-2	-0.01707	0.0015	-11.17	< 0.001**	[-0.02011, -0.01403]
	Time*Group (autistic)*RPM-2	-0.01879	0.0035	-5.43	< 0.001**	[-0.02567, -0.01190]
	Time*Group (typical)*WISC- FSIQ	-0.00400	0.0008	-5.14	< 0.001**	[-0.00555, -0.00245]
	Time*Group (autistic)*WISC- FSIQ	-0.02362	0.0023	-10.35	< 0.001**	[-0.02817, -0.01908]
	Intercept	-1.20559	0.1184	-10.19	< 0.001**	[-1.44124, -0.96994]

Note. * $p < 0.05$; ** $p < 0.001$

ANNEXE B – Accord des coauteurs par courriel

RE: Accord des auteures pour la parution de l'article dans l'essai doctoral

De : Sotelo, Katarina

Envoyé : 7 décembre 2024 08:00

À : Jacques, Claudine; Isabelle Soulières; Lacelle, Catherina

Objet : Accord des auteures pour la parution de l'article dans l'essai doctoral

Bonjour à vous trois,

Je vous écris afin d'avoir votre accord officiel par écrit comme quoi vous acceptez que l'article, intitulé: "*Exploring the Developmental Trajectory of Emotional Expressions in Autistic and Typical Children: Insights from Adapted Observational Contexts*", dont vous êtes également auteures, figure dans mon essai doctoral. Cet essai doctoral sera déposé en décembre 2024.

Cordialement,

Katarina Sotelo, B. Sc.

(Elle/She/Her)

Doctorante en psychologie, profil neuropsychologie clinique (D. Psy.)

Université du Québec en Outaouais

Laboratoire sur l'Unicité et la Diversité des Intérêts et des Comportements en Autisme (LUDICA)

<https://ludica.uqo.ca/index.php/katarina-sotelo/>



RE: Accord des auteures pour la parution de l'article dans l'essai doctoral



Lacelle, Catherina

À : Sotelo, Katarina

🗉 Répondre 🗉 Répondre à tous ➡ Transférer 📎 📧 ⋮

Sam 2024-12-07 09:58

Commencez une réponse avec:

Bonjour Katarina,

Tu as mon accord pour la parution de l'article "*Exploring the Developmental Trajectory of Emotional Expressions in Autistic and Typical Children: Insights from Adapted Observational Contexts*" dans ton essai doctoral.

Au plaisir,

Catherina Lacelle

Étudiante au Doctorat en psychologie, profil jeunes et famille

Université du Québec en Outaouais

283, boulevard Alexandre-Taché

Gatineau, Québec

Coordonnatrice de recherche

Laboratoire sur l'Unicité et la Diversité

des Intérêts et des Comportements

en Autisme (LUDICA)

<https://ludica.uqo.ca/>



Re: Accord des auteures pour la parution de l'article dans l'essai doctoral

Outlook...51voy

SI Soulières, Isabelle

À : Sotelo, Katarina; Jacques, Claudine; Lacelle, Catherina

Répondre Répondre à tous Transférer

Dim 2024-12-08 20:58

Cet expéditeur [redacted] provient de l'extérieur de votre organisation.

Gérer l'expéditeur

Outlook-bnc51voy
179 Ko

Attention L'émetteur de ce courriel est externe à l'Université du Québec en Outaouais.

Bonjour,

Je confirme que je suis d'accord pour que Madame Katarina Sotelo utilise l'article "Exploring the Developmental Trajectory of Emotional Expressions in Autistic and Typical Children: Insights from Adapted Observational Contexts" dans le cadre de son essai doctoral.

Cordialement,
Isabelle Soulières

TR: Accord des auteures pour la parution de l'article dans l'essai doctoral

JC Jacques, Claudine

À : Sotelo, Katarina

Répondre Répondre à tous Transférer

Lun 2024-12-09 08:44

Plus officiel :

Par la présente, je donne mon accord pour que Madame Katarina Sotelo utilise l'article intitulé "Exploring the Developmental Trajectory of Emotional Expressions in Autistic and Typical Children: Insights from Adapted Observational Contexts" dans son essai doctoral.

Au plaisir,

CJ

« *Tout seul on va plus vite, ensemble on va plus loin* »

Claudine Jacques, Ph.D. ps.ed.
Professeure au département de psychoéducation et en psychologie

[redacted]
Chercheure régulière au CISSS de l'Outaouais
Chercheure associée au CIUSSS du Nord-de-l'île-de-Montréal
Institut Universitaire en déficience intellectuelle et en trouble du spectre de l'autisme
Laboratoire sur l'Unicité et la Diversité des Intérêts et des Comportements en Autisme (LUDICA)
<https://ludica.uqo.ca/>

