



L'autisme et la perception du temps selon le modèle du surfonctionnement perceptif

Mémoire

Angéla Clermont

Maîtrise en psychologie - avec mémoire
Maître ès arts (M.A.)

Québec, Canada

Résumé

Cette étude se classe dans le domaine de la psychologie de la perception du temps et cherche à documenter comment celle-ci fonctionne chez les autistes. En particulier, elle s'intéresse à l'influence du contexte global sur la perception d'intervalles locaux.

Dans cet objectif, un groupe de participants autistes ($n = 11$) et un groupe contrôle ($n = 11$) ont effectué une tâche de comparaison d'intervalles allant de 200 à 800 ms.

Chaque comparaison d'intervalles sonores est précédée d'une séquence au rythme régulier, l'ensemble étant intégré dans une session aux rythmes multiples. L'expérience comprend quatre sessions dont les propriétés distributionnelles diffèrent.

Cette étude mesure l'influence de la modification du rythme moyen d'une session expérimentale (un son à chaque 400 vs 600 ms) ainsi que de son hétérogénéité (différence de 200 vs 400 ms entre le plus court et le plus long intervalle) sur l'erreur constante (EC), l'EC exprimée en valeur absolue et la fraction de Weber.

Conformément à ce qu'ont obtenu Jones et McAuley (2005) auprès de non-autistes, les résultats indiquent que chez les deux groupes, la perception temporelle est sujette aux effets du contexte global. De plus, les résultats confirment que la plus grande autonomie de la perception par rapport aux fonctions de haut niveau, caractéristique centrale du fonctionnement cognitif des autistes, influence leur perception du temps. En diminuant l'influence du contexte, cette particularité favorise tant la perception que la discrimination. Finalement, l'analyse de tous les intervalles compris dans l'expérience indique, en moyenne, de moins grands écarts d'estimation ainsi qu'une meilleure discrimination temporelle chez les autistes.

Pris dans leur ensemble, les résultats appuient le modèle du surfonctionnement perceptif de Mottron et al. (2006), qui soutient que chez les autistes, une plus grande implication des aires cérébrales dédiées à la perception est liée à un traitement de l'information plus efficace.

Abstract

The current study belongs to the field of time perception psychology and attempts to better explain its functioning in autistic people. In particular, this work investigates global context effects on local time judgments.

Therefore, a group of autistic subjects ($n = 11$) and a control group ($n = 11$) performed an auditive interval comparison task. The intervals comprised in the study were ranged between 200 and 800 ms.

Every interval comparison followed a regular rhythmic sequence delaminated by brief tones, and the whole was integrated into a multirhythmic session. There were four sessions in the experiment, and each of them had a unique set of distributional properties.

This study investigated the impact of modifying a session's average pace (one sound at every 400 vs 600 ms) and heterogeneity (200 vs 400 ms difference between the shortest and the largest interval) on constant error (CE), CE absolute value and Weber ratio.

In addition to confirm what Jones and McAuley (2005) obtained in their original experience with non-autistic subjects, the results indicate that among the two groups, time perception can be influenced by global context. Next, they confirm that time perception and discrimination sensitivity of autistic people are more autonomous toward high level functions, which is a central characteristic of autistics cognitive functioning. By reducing context effect on perception and discrimination, this characteristic helps perception and discrimination. Then, for the average of all durations comprised in this study, time perception and discrimination of autistic people were better than those of non-autistics.

Taken into a whole, results support the enhanced perceptual functioning model (EPF) of Mottron and al. (2006), which sustains that among autistics, a greater implication of perceptual brain areas is related to a more effective information processing.

Table des matières

Résumé	ii
Abstract.....	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	vii
Liste des figures.....	ix
Liste des abréviations, sigles, acronymes.....	x
Remerciements	xi
Introduction	1
La perception du temps, des facteurs individuels aux influences externes.....	1
Introduction à la perspective de l' <i>Entrainment</i>	2
Perception du temps et influence du contexte : pourquoi étudier la population autiste	4
Autisme et capacités cognitives	6
Supériorité du traitement local et capacité de traiter les aspects globaux	6
Plus grande autonomie des processus perceptifs.....	9
Bases neurologiques du fonctionnement perceptif des personnes neurotypiques.....	11
Bases neurologiques du fonctionnement perceptif des autistes	13
Influence du contexte global sur la perception d'intervalles locaux: étude de Jones et McAuley (2005)	14
Influence du rythme moyen global: moyenne arithmétique.....	15
Influence de l'hétérogénéité : étendue des durées comprises dans la session.....	15
Objectifs.....	16
Hypothèses.....	16
Chapitre 1 : Méthode	17
Participants.....	17
Matériel	17
Procédure	18
Analyses.....	20
<i>Variables indépendantes</i>	20
<i>Variables dépendantes</i>	20
Chapitre 2 : Résultats.....	23
Validité des données retenues pour les analyses	23
IID de 500 ms	23

EC.....	24
EC exprimée en valeur absolue.....	24
Fraction de Weber.....	25
Durées d’IID complémentaires.....	25
EC.....	26
EC exprimée en valeur absolue.....	26
Fraction de Weber.....	27
Chapitre 3 : Discussion.....	29
Effet du rythme moyen et de l’hétérogénéité du contexte global sur l’EC.....	29
Observations générales.....	30
Interprétation selon la perspective de l’Entrainement.....	30
Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.....	31
Effet du rythme moyen et de l’hétérogénéité du contexte global sur l’EC exprimée en valeur absolue.....	31
Interprétation selon la perspective de l’Entrainement et liens avec les modes attentionnels.....	33
Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.....	34
Effet du rythme moyen et de l’hétérogénéité du contexte global sur la fraction de Weber.....	35
Interprétation selon la perspective de l’Entrainement.....	36
Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.....	37
Meilleure perception du temps chez les autistes.....	37
Interprétation selon la perspective de l’Entrainement.....	37
Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.....	38
Meilleure sensibilité de discrimination temporelle chez les autistes.....	38
Interprétation selon la perspective de l’Entrainement.....	39
Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.....	39
Autres résultats pertinents.....	40
Effet principal du facteur groupe sur l’EC.....	40
Limites et implications futures.....	40
Conclusion.....	43
Références.....	45

Annexe A : Comparaison des principales études évaluant la perception temporelle des autistes	53
Annexe B : Caractéristiques sociodémographiques des participants	58
Annexe C : Analyse de la qualité de l’ajustement pour chaque fonction individuelle.....	60
Annexe D : Statistiques descriptives de l’EC pour les IID de 500 ms	80
Annexe E : Statistiques inférentielles de l’EC pour les IID de 500 ms.....	82
Annexe F : Statistiques descriptives de l’EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms.....	84
Annexe G : Statistiques inférentielles de l’EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms.....	86
Annexe H : Statistiques descriptives de la fraction de Weber pour les IID de 500 ms.....	88
Annexe I : Statistiques inférentielles de la fraction de Weber pour les IID de 500 ms.....	90
Annexe J : Statistiques descriptives des trois variables indépendantes à l’étude pour chaque IID de base.....	92
Annexe K : Statistiques inférentielles de l’EC pour les durées d’IID complémentaires.....	102
Annexe L : Statistiques inférentielles de l’EC exprimée en valeur absolue pour les durées d’IID complémentaires.....	108
Annexe M : Statistiques inférentielles de la fraction de Weber pour les durées d’IID complémentaires	113
Annexe N : Exemples de stimuli perceptifs opposant un traitement global à un traitement local de l’information	123
Annexe O : Plan d’un essai de l’expérience	125
Annexe P : Exemple de fonction normale cumulée individuelle, avant sa transformation en scores Z	126
Annexe Q : Évolution de l’EC de chaque groupe pour les IID de 500 ms.....	127
Annexe R : Évolution de l’EC exprimée en valeur absolue de chaque groupe pour les IID de 500 ms	128
Annexe S : Moyennes des deux groupes, pour chaque variable dépendante, sur l’ensemble des IID de base à l’étude	130

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques des participants, type de tâche, durées à l'étude ainsi que conclusions et spécifications des principales études évaluant la perception temporelle des autistes	54
Tableau 2. Caractéristiques sociodémographiques des participants pour chaque IID de base et test t sur l'âge en fonction du groupe.....	59
Tableau 3. Analyse de la qualité de l'ajustement de chaque fonction individuelle transformée en scores Z , suivie du rapport F de la différence entre la pente et zéro 61	
Tableau 4. Moyennes et écarts-types de l'EC pour les IID de 500 ms	81
Tableau 5. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC pour les IID de 500 ms	83
Tableau 6. Moyennes et écarts-types de l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms.....	85
Tableau 7. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms.....	87
Tableau 8. Test d'effet simple (LSD) sur l'effet d'interaction Rythme moyen x Groupe, sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms	88
Tableau 9. Moyennes et écarts-types de la fraction de Weber pour les IID de 500 ms	89
Tableau 10. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) x 2 (hétérogénéité) sur la fraction de Weber pour les IID de 500 ms	91
Tableau 11. Test d'effet simple (LSD) sur l'effet d'interaction Rythme moyen x Groupe, sur la fraction de Weber pour les IID de 500 ms	92
Tableau 12. Moyennes et écarts-types des valeurs d'EC, de l'EC exprimée en valeur absolue et de fraction de Weber en fonction du rythme moyen de la session, de son hétérogénéité et du groupe pour chaque IID de base.	93
Tableau 13. Test t sur l'EC en fonction du groupe pour les IID de 200 ms.....	103
Tableau 14. ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC pour les IID de 300 ms.....	104
Tableau 15. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur l'EC pour les IID de 400 ms ...	105
Tableau 16. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur l'EC pour les IID de 600 ms ...	106
Tableau 17. ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC pour les IID de 700 ms.....	107
Tableau 18. Test t pour échantillons indépendants sur l'EC en fonction du groupe pour les IID de 800 ms	108
Tableau 19. Test t pour échantillons indépendants sur l'EC en fonction du groupe pour l'ensemble des IID de l'expérience.	108
Tableau 20. ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 300 ms	109
Tableau 21. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 400 ms	110

Tableau 22. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 600 ms	111
Tableau 23. ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur la l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 700 ms	112
Tableau 24. Test <i>t</i> pour échantillons indépendants sur l'EC exprimée en valeur absolue en fonction du groupe pour les IID de 800 ms	113
Tableau 25. Test <i>t</i> pour échantillons indépendants sur l'EC exprimée en valeur absolue en fonction du groupe pour l'ensemble des IID de l'expérience	113
Tableau 26. Test <i>t</i> sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour les IID de 200 ms.....	114
Tableau 27. ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur la fraction de Weber pour les IID de 300 ms	115
Tableau 28. Test <i>t</i> pour échantillons indépendants sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour les IID de 300 ms	116
Tableau 29. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur la fraction de Weber pour les IID de 400 ms	117
Tableau 30. Test d'effet simple (LSD) sur l'effet d'interaction Rythme moyen x Groupe, sur la fraction de Weber pour les IID de 400 ms	118
Tableau 31. ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur la fraction de Weber pour les IID de 600 ms.	119
Tableau 32. Test d'effet simple (LSD) sur l'effet d'interaction Rythme moyen x Groupe, sur la fraction de Weber pour les IID de 600 ms	120
Tableau 33. ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur la fraction de Weber pour les IID de 700 ms	121
Tableau 34. Test <i>t</i> pour échantillons indépendants sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour les IID de 700 ms	122
Tableau 35. Test <i>t</i> pour échantillons indépendants sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour les IID de 800 ms	122
Tableau 36. Test <i>t</i> pour échantillons indépendants sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour l'ensemble des IID de l'expérience	123

Liste des figures

Figure 1. Stimuli de Navon	124
Figure 2. Illusion de Müller-Lyer	124
Figure 3. Cercles de Titchener, ou illusion d'Ebbinghaus	125
Figure 4. Triangle de Penrose.....	125
Figure 5. Plan des stimuli auditifs utilisés dans un essai de l'expérience	126
Figure 6. Fonction normale cumulée permettant de déduire les valeurs de PES et de fraction de Weber pour une session dont l'IID de base et le standard sont de 500 ms.....	127
Figure 7. EC pour chaque groupe, pour chaque niveau du facteur rythme moyen, en fonction de l'hétérogénéité pour les essais où l'IID de base et le standard sont de 500 ms.....	128
Figure 8. EC exprimée en valeur absolue pour chaque groupe, pour chaque niveau du facteur rythme moyen en fonction de l'hétérogénéité pour les essais où l'IID de base et le standard sont de 500 ms.....	129
Figure 9. Moyenne de l'EC en fonction du groupe et de la durée de l'IID de base, ou du standard.....	130
Figure 10. Moyenne de l'EC exprimée en valeur absolue en fonction du groupe et de la durée de l'IID de base, ou du standard	131
Figure 11. Moyenne de la fraction de Weber en fonction du groupe et de la durée de l'IID de base, ou du standard, pour l'ensemble des durées d'IID utilisées dans l'expérience.....	132

Liste des abréviations, sigles, acronymes

dl : degrés de liberté

EC : EC

EPF : enhanced perceptual functioning

ET : écart-type

IRMf : imagerie par résonance magnétique fonctionnelle

IID : intervalle inter-débuts [traduction libre, *interonset interval (IOI)*]

IIS : intervalle interstimuli [traduction libre, *interstimulus interval (ISI)*]

M : moyenne

P : périodicité préférée

PES : point d'égalité subjective

QI : quotient intellectuel

TDA/H : trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité

TSA : trouble du spectre de l'autisme

Remerciements

Je souhaite témoigner toute ma reconnaissance à ceux qui ont contribué, par leurs actions et leur soutien, à la réalisation de ce mémoire.

Dans un premier temps, je souhaite remercier mon directeur de recherche, M. Simon Grondin, qui m'a suggéré l'idée qui fut au cœur de ce mémoire : l'étude de Jones et McAuley (2005). Expert passionné de son domaine, il a su m'initier à la psychologie de la perception du temps en me recommandant des lectures fort intéressantes qui m'ont aidée à mieux intégrer les différents concepts. M. Grondin m'a consacré de son temps et a guidé mon travail du début à la fin. Sa disponibilité et ses judicieux conseils en matière de psychophysique m'ont permis de donner vie à ce projet qui me tenait tant à cœur. Réaliser ce défi m'a donné l'opportunité de m'accomplir professionnellement et je lui en suis grandement reconnaissante. En effet, M. Grondin m'a permis de faire mes premiers pas dans le domaine de la recherche en m'offrant une place au sein de son laboratoire. Il m'a également aidée de façon collatérale au cours de mes études à la maîtrise en proposant ma candidature pour une bourse d'excellence et en m'offrant un emploi comme aide correctrice dans l'un de ses cours.

Aussi, je tiens à remercier l'équipe du laboratoire de psychologie de la perception de l'Université Laval pour son support considérable dans toutes les étapes de ce projet, dont: Vincent Laflamme, qui a monté mon expérience, Alric Papatomas, Esteban Mendoza Durán et Jamie McArthur, qui m'ont aidée à comprendre le fonctionnement des logiciels en perception du temps et à extraire mes données, ainsi qu'Émie Tétreault et Hugo Fitzback-Fortin, qui ont relu et corrigé ce mémoire. Par sa révision minutieuse, Émie a su m'aider à synthétiser mes idées afin de communiquer plus efficacement l'essence de mon travail. Au final, côtoyer ces personnes enrichissantes a contribué à me faire développer le goût de la recherche et sans leur aide, ce projet n'aurait pu avoir lieu. Merci également au Laboratoire d'avoir accepté de supporter mon projet au niveau financier et logistique.

Je tiens à remercier le corps professoral et administratif de l'Université Laval, pour la richesse et la qualité de leur enseignement. En particulier, je souligne la précieuse contribution de Mme Jessika Dion, qui a accepté que je la consulte en ce qui concerne

l'autisme, a pris le temps d'améliorer ma terminologie et m'a conseillée pour de la mise en place de mon expérience.

De plus, un grand merci à tous ceux qui ont publié mes affiches de recrutement, dont l'Université Laval, la clinique Focus, la clinique Autisme & Asperger de Montréal, Autisme Québec et les regroupements de personnes autistes sur Internet tels qu'Asperger au féminin et Aspie Québec. Également, merci à Mme Claudine Gamache et au personnel du projet intégration Autismapolis, qui m'ont permis de recruter des participants au sein de leur organisme.

Aussi, je tiens à souligner la grande implication de mon conjoint, Marc, pour tout le temps qu'il a consacré à relire mon projet, pour m'avoir suggéré de nouvelles perspectives, pour m'avoir conseillée au niveau informatique et pour m'avoir encouragée sans relâche. De plus, je désire remercier ma famille, qui m'a supportée jusqu'au bout de ce projet. Ma mère, Andréanne Poulin, a accepté de relire mon mémoire et de me faire part de ses commentaires pertinents, qui m'ont aidée à avoir un nouveau regard sur mes écrits. Je souligne également la contribution de Gabrielle St-Georges, ma grand-mère et professeure d'anglais retraitée, qui a accepté de réviser mon Abstract.

Pour terminer, merci à tous ceux qui ont généreusement accepté de participer à cette étude, m'ont donné de leur temps et parfois partagé un brin de leur vécu.

Introduction

La perception du temps, des facteurs individuels aux influences externes

Afin d'expliquer par quels mécanismes les êtres humains perçoivent le temps, différents modèles ont été développés dans le domaine de la psychologie. Les plus utilisés aujourd'hui sont basés sur le concept d'horloge interne (Treisman et al., 1990). Dotée d'un émetteur, qui produit des pulsations, et d'un accumulateur, qui contrôle la quantité de pulsations s'accumulant dans une réserve, l'horloge interne déterminerait la quantité de temps perçue. Selon cette conception, la perception temporelle dépend de mécanismes présents au cœur du cerveau de chaque personne.

Aussi, plusieurs caractéristiques individuelles ont une influence sur la perception du temps (Grondin, 2018). Par exemple, l'âge peut modifier l'impression subjective du temps qui passe (Drake et al., 2000; Jones & McAuley, 2005). Les enfants perçoivent le temps comme passant plus lentement que les adultes, et ils sont plus sensibles aux rythmes rapides qu'aux rythmes lents. L'expérience comme musicien peut aussi influencer les habiletés de perception temporelle (Jones & Yee, 1997). De plus, la présence de certaines pathologies peut rendre plus difficiles la perception du temps et l'estimation du rythme (voir par exemple Grondin et al., 2006). Ceci est vrai notamment pour le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) (Gilden & Marusich, 2009; Plummer & Humphrey, 2009), le bégaiement (Plamondon & Grondin, 2020) la schizophrénie (De Montalembert et al., 2016; Roy, Grondin, & Roy, 2012), l'anxiété et la dépression (Mioni et al., 2016).

En plus des processus centraux et endogènes qui la régissent en bonne partie, la perception temporelle est sujette aux effets du contexte externe à la personne. Par exemple, la présence et le rythme d'une musique d'ambiance peuvent modifier l'impression du temps qui passe (Bailey & Areni, 2006; Bisson et al., 2009; Guegen & Jacob, 2002; Oakes, 2003), tout comme l'écoute d'une séquence auditive rapide ou lente juste avant une comparaison d'intervalles (Jones & McAuley, 2005).

En effet, le contexte externe influence les processus internes de perception temporelle par le biais de processus psychologiques, comme la mémoire et l'attention. Selon Gibbon et al., (1984), la mémoire, tant de référence que de travail, vient influencer la perception du temps. Selon Droit-

Volet et Wearden (2003), lors d'une tâche de jugement temporel, les durées emmagasinées en mémoire sont comparées aux nouvelles durées présentées, puis, il est possible de poser un jugement selon un seuil de décision, qui varie d'une personne à l'autre. L'attention joue aussi un rôle de premier plan dans la perception du temps. Selon Grondin (2010a), le degré d'attention portée au temps qui passe en influence la durée perçue, tout comme le degré d'attention portée aux éléments non-temporels présents dans l'environnement.

Il est intéressant de souligner que, par le biais de phénomènes attentionnels, la perception du temps peut être modifiée par la présentation de séquences rythmiques. Selon Grondin (2019), un rythme correspond à « l'organisation perceptive dans le temps; il est intimement lié à la durée relativement courte ou longue des notes qui se succèdent. » (p. 59). Selon Jones et McAuley (2005), les rythmes et les durées présentés antérieurement ont une influence sur la perception du temps actuelle. Ils modifient les moments où l'attention chez une personne est à son maximum, dans l'attente d'un nouveau son.

En somme, en plus des différences individuelles, des processus cognitifs comme la mémoire et l'attention influencent la perception du temps, ce qui la rend sujette aux effets du contexte externe.

Introduction à la perspective de l'*Entrainment*

En plus de l'approche classique basée sur le concept d'horloge interne, un autre type de modèle tente d'expliquer la perception temporelle. Celui-ci est davantage axé sur la rythmicité propre au fonctionnement biologique de l'individu et sur l'influence des différents rythmes présents dans l'environnement. Selon les modèles de type *Entrainment*, la perception du temps est régie par des oscillateurs attentionnels internes (McAuley & Kidd, 1998). Selon Drake et al. (2000), leurs variations cycliques représentent les fluctuations de l'attention dans le temps. Il y aurait des moments où l'attention et les attentes qu'un nouveau son survienne seraient à leur point le plus élevé, et parfois à leur point le plus bas.

Ainsi, un oscillateur principal générerait un rythme régulier propre à chaque personne. Ce rythme interne, qui fonctionne de façon autonome, détermine si le temps est perçu comme passant plus rapidement ou plus lentement. Plusieurs autres oscillateurs s'adapteraient aux rythmes

présents dans l'environnement et viendraient compléter les variations de l'oscillateur principal afin de créer un nouveau rythme interne. (Drake et al., 2000; Barnes & Jones, 2000; Jones & McAuley, 2005).

Dans le même ordre d'idées, Drake et al. (2000) ont démontré que la phase et la période des oscillateurs se synchronisent automatiquement à une séquence rythmique présentée. En psychophysique, la phase signifie : « la position relative de deux sons dans le temps. » (Grondin, 2019, p. 24). Ici, comme il est question de fluctuation du degré d'attention dans le temps, la phase serait la position temporelle relative de deux moments où l'attention d'un individu est à son maximum. Quant à la période, elle correspond : « au temps pris pour compléter un cycle sur l'onde sinusoïdale » (Grondin, 2019, p. 24). Selon Drake et al., le phénomène par lequel les oscillateurs internes s'adaptent, ou harmonisation [traduction libre, *attunement*], est : « le processus général par lequel n'importe quel oscillateur attentionnel devient verrouillé dans la périodicité d'un stimulus » (traduction libre, p. 254). Autrement dit, les oscillateurs internes peuvent se synchroniser à un rythme particulier et le conserver même après que la stimulation ait eu lieu.

Dans les modèles de type Entrainment, chaque personne posséderait une périodicité préférée (P), ou un rythme pour lequel elle commet le moins d'erreurs d'estimation temporelle (Jones & McAuley, 2005). Selon ces auteurs, la périodicité préférée serait déterminée biologiquement pour chaque individu, mais celle-ci ne serait pas fixe. Les oscillateurs internes de chaque personne s'adapteraient afin de se rapprocher des rythmes perçus dans l'environnement, de façon à en faire une moyenne et à adopter ce nouveau rythme (Jones & McAuley, 2005). Ces auteurs affirment également qu'un sens du rythme global devrait émerger de l'activité d'un oscillateur dominant qui s'adapte au contexte, ou bien des propriétés de multiples oscillateurs qui se réorganisent.

Malgré les propriétés adaptatives des oscillateurs internes, ceux-ci n'arrivent pas toujours à bien s'ajuster aux nouveaux rythmes présentés. Selon Jones et McAuley (2005), parfois, ils n'arrivent pas à s'adapter correctement en raison de la présentation antérieure d'autres rythmes. Ces difficultés peuvent être occasionnées par de trop grands changements entre les séquences rythmiques présentées plus tôt et celles qui suivent (Jones & McAuley, 2005). Selon ces auteurs, la direction et la magnitude des erreurs d'estimation temporelle sont une représentation du degré

auquel un oscillateur échoue à s'adapter à certaines séquences rythmiques (Jones & McAuley, 2005).

Perception du temps et influence du contexte : pourquoi étudier la population autiste

Selon Deng et ses collaborateurs (2015) ainsi qu'Hon Kei Yip et al. (2018), l'autisme est une condition neurodéveloppementale d'origine majoritairement génétique. Celle-ci a une incidence sur la façon dont le cerveau perçoit et traite l'information. Les particularités autistiques sont liées à des différences sous-jacentes au fonctionnement neuronal. En effet, selon plusieurs auteurs, le cerveau des autistes est connecté différemment (Mottron et al., 2006; Rane et al., 2015). Certaines zones seraient surconnectées par rapport au cerveau des individus neurotypiques, ou non-autistes (Just et al., 2004; Rubenstein & Merzenich, 2003), plus spécifiquement sur le plan des aires perceptives, ce qui a une incidence considérable sur le traitement de l'information. Selon le modèle du surfonctionnement perceptif, cette propriété viendrait caractériser l'intelligence autistique (Mottron et al., 2006).

Selon plusieurs auteurs (Allman & Deleon, 2009; Attwood, 2007; Boucher et al., 2007), les autistes présentent un portait différent de celui des neurotypiques quant à la notion du temps. Allman et Deleon observent que les personnes autistes ont tendance à être centrées sur le présent et à être désorientées dans le temps, ce qui fait qu'elles ont recours à des routines. Parallèlement, Attwood (2007) rapporte que les autistes auraient parfois du mal à s'organiser et à planifier. Ils auraient donc besoin de repères comme un agenda afin de rendre plus concrète la notion du temps (Attwood, 2007; Dionisi, 2013). Pourquoi ce profil particulier? Les autistes semblent posséder une excellente perception en général (Mottron et al., 2006), mais présentent certaines différences quant à la notion contextuelle du temps. Afin de comparer la perception temporelle chez les autistes et les non-autistes sans déficience intellectuelle, plusieurs études ont utilisé des méthodes d'estimation, de reproduction, de bissection et de comparaison d'intervalles. Cependant, leurs conclusions diffèrent.

En effet, plusieurs auteurs estiment que les autistes sont moins performants que les non-autistes dans les tâches mesurant la perception du temps (Allman, et al., 2011; Gowen & Miall, 2005; Maister & Plaisted-Grant, 2011; Martin et al., 2010; Szelag, et al., 2004), tandis que d'autres n'ont pas trouvé de différence entre autistes et sujets contrôles (Gil et al., 2012; Mostofsky et al.,

2000). Par ailleurs, certains auteurs ont trouvé que les autistes sont meilleurs que les neurotypiques dans des tâches comparant leur perception temporelle (Soulières et al., 2010; Wallace & Happé, 2008).

Sommairement, aucune tendance générale n'émerge des résultats de ces études. De plus, elles diffèrent tant au niveau du type de tâche utilisée que de la durée, tel qu'on peut le voir sur le Tableau 1 (voir Annexe A). Il est important de spécifier que le quotient intellectuel (QI) des participants varie parfois beaucoup dans une même étude (voir Tableau 1; Annexe A), ce qui peut influencer les résultats. En outre, étant donné que les méthodes utilisées ne sont pas les mêmes d'une étude à l'autre, des processus cognitifs différents sont impliqués (Maister & Plaisted-Grant, 2011). On ne peut donc pas comparer les conclusions directement entre elles. Casassus et al. (2019) ont effectué une méta-analyse comprenant 45 études sur le sujet et en viennent aux mêmes conclusions. Après une revue globale de la littérature, ces auteurs affirment qu'effectuer davantage de recherche est nécessaire afin de trouver consensus.

Il est toutefois intéressant de souligner l'excellente performance en estimation temporelle d'un participant autiste rapporté par l'étude de Soulières et ses collaborateurs (2010). Dans une tâche d'estimation d'intervalles, ce jeune homme arrivait à estimer des durées allant de 15 à 95 secondes avec un taux d'erreur moyen de 2,1%, variant entre 0,4% et 6,8%. Il était meilleur que les participants neurotypiques ayant fait le même test. Également, plusieurs exemples de musiciens (Boso & al., 2013; James, 2006) et d'athlètes de haut niveau autistes pratiquant le surf (Lehrer, 2009; Ruibal, 2009), le hockey (Kennedy, 2016), le baseball (Flanagan, 2018) et le basketball (McElwain & Paisner, 2009) ont été rapportés dans les médias. Exceller dans ces sports demande une bonne coordination spatio-temporelle ainsi qu'un haut niveau de capacité d'anticipation, ce qui implique une perception du temps fonctionnelle.

Par ailleurs, Gil et al. (2012) affirment que les autistes possèdent le matériel cognitif pour bien percevoir le temps. Dans le même ordre d'idées, Gras-Vincendon et al. (2007) rapportent une mémoire de contexte temporelle intacte chez cette population, c'est-à-dire que les autistes sont capables de se rappeler à quel moment un événement a eu lieu et de le situer dans son contexte.

Autisme et capacités cognitives.

Au niveau cognitif, les autistes peuvent présenter des profils très différents et leur niveau de fonctionnement varie beaucoup d'une personne à l'autre. Pour cette raison, le DSM-5 présente cette condition sous la forme d'un spectre, qu'il nomme troubles du spectre de l'autisme, ou TSA (American Psychiatric Association, 2013). D'ailleurs, les personnes autistes peuvent avoir un quotient intellectuel (QI) allant de la déficience intellectuelle à la douance, tout comme les non-autistes (Mottron, 2006). Selon une méta-analyse faite par Belleville et al. (2006), les autistes ont des capacités en mémoire à court terme et un empan mnésique normaux. Cependant, les seules difficultés rapportées sont au niveau du changement de tâche et du déplacement de l'attention des aspects locaux vers les aspects globaux (Belleville et al., 2006).

Bref, les conclusions de la littérature et les exemples des médias dépeignent un portrait hétérogène quant à la perception du temps des autistes. Étant donné que leur mémoire à court terme fonctionne adéquatement (Belleville et al., 2006), tout comme leur capacité à bien situer un événement dans son contexte (Gras-Vincendon et al., 2007), la présente étude se centrera plutôt sur leur fonctionnement cognitif et perceptif. Documenter l'influence du contexte temporel global sur la perception d'intervalles locaux permettra de mieux comprendre la perception du temps chez cette population. Plus spécifiquement, le traitement perceptif ascendant (*bottom-up*) et l'influence descendante (*top-down*) du contexte sur celui-ci, bien documentés dans la littérature en autisme, sont abordés.

Supériorité du traitement local et capacité de traiter les aspects globaux.

Cette étude cherche à documenter en quoi le fonctionnement cognitif des autistes peut influencer leur perception temporelle. Pour ce faire, la version révisée du modèle du surfonctionnement perceptif de Mottron et al. (2006) est adoptée.

D'abord, ce modèle soutient que les autistes ont un biais attentionnel qui, par défaut, est davantage orienté vers le traitement des aspects locaux et perceptifs (Mottron et al., 2006). Donc, leur traitement de l'information ne serait pas toujours hiérarchisé de façon à favoriser les aspects globaux, comme les non-autistes. À la place, les autistes effectueraient un traitement sans hiérarchie qui, lorsque les circonstances de la tâche l'exigent, donne priorité aux éléments locaux (Mottron et al. 2006). Alors, quand ils traitent l'information sensorielle, l'attention des autistes se

porte de prime abord sur les aspects perceptifs (Mottron et al., 2006). Puis, des catégories globales, ou configurations, sont formées à partir de ceux-ci. C'est ce qu'on nomme un traitement ascendant de l'information (Soulières et al., 2007). Selon ces auteurs, les autistes seraient plus spécialisés dans ce type de traitement et, par le fait même, auraient une meilleure performance dans les tâches perceptives. Cette caractéristique de la perception autistique est nommée biais local, et est démontrée par plusieurs études (Booth & Happé, 2010; Deruelle et al., 2004; Happé & Frith, 2006; Mottron et al., 1999).

Les non-autistes, quant à eux, auraient un mode de traitement de l'information qui favorise les éléments globaux (Mottron et al., 2006). Contrairement aux autistes, les individus neurotypiques traitent en priorité ce niveau d'information (Deruelle et al., 2004) et ont tendance à effectuer un traitement descendant de prime abord (Happé & Frith, 2006; Mottron et al., 2006). Autrement dit, les éléments provenant du contexte ont tout de suite une influence sur ce qui est perçu localement (Mottron et al., 2006).

Afin de vérifier la présence d'un biais local chez les autistes, une tâche réalisée par Wang et al. (2007) employait des stimuli de Navon (1977) (voir Figure 1; Annexe N). Ces stimuli sont des figures globales dans lesquelles sont imbriquées des figures locales, comme un grand chiffre cinq composé de petits chiffres deux (Navon, 1977). Dans l'expérience de Wang et al. (2007), les participants devaient nommer correctement le chiffre situé sur l'un ou l'autre des niveaux, selon leur propre choix et sans consigne préalable. Dans ces conditions, le groupe autiste choisissait de nommer autant les cibles locales que les cibles globales, mais présentait un temps de réponse plus court pour les figures de niveau local. Ce résultat va dans le sens d'un biais local du traitement de l'information, car les autistes présentaient une plus grande aisance à traiter les aspects locaux. Selon Wang et al. (2007), « Le biais local est une caractéristique clé de la cognition visuelle autistique et un fort candidat pour l'endophénotype perceptif de l'autisme. » (traduction libre, p. 150).

Dans le même ordre d'idées, selon Mottron et al., (2000), le biais local chez les autistes aurait lieu non seulement au niveau visuel et spatial, mais aussi au niveau auditif et temporel. Ces auteurs ont effectué une tâche musicale hiérarchique auprès de participants autistes et de sujets contrôles. Les participants devaient écouter deux mélodies et dire si elles étaient pareilles ou

différentes. À chaque essai, les expérimentateurs effectuaient un changement dans l'une des deux mélodies, soit au niveau global de la structure ou au niveau local des notes. Comme résultat, les auteurs ont trouvé une meilleure détection des changements au niveau local chez les autistes, comparativement aux non-autistes. Également, une étude de Samson et al. (2011), de concert avec les précédentes, appuie le biais local chez les autistes au niveau auditif en faisant varier la complexité temporelle de sons.

Néanmoins, selon le modèle du surfonctionnement perceptif, la supériorité de la performance des autistes dans le traitement des aspects locaux n'a pas lieu au détriment d'une capacité à percevoir l'ensemble. L'étude de Wang et al. (2007) démontre la capacité des autistes à percevoir le côté global grâce à une seconde tâche réalisée avec des stimuli de Navon (1977). Au cours de cette deuxième tâche, les participants devaient nommer soit le chiffre de niveau global, soit le chiffre de niveau local, selon la consigne de l'expérimentateur. Le chiffre global était différent des chiffres locaux le composant. Comme résultat, avec une consigne qui dirige leur attention, les autistes ont été capables de nommer les cibles globales avec le même temps de réponse que les cibles locales. Selon Wang et al., les autres études utilisant des stimuli de Navon n'ont pas trouvé de déficit au niveau du traitement global chez les autistes.

D'autres études appuient la capacité des autistes à traiter les aspects globaux de l'information et rapportent qu'une interférence globale sur le traitement local est possible chez eux (Jacalyn et al., 2016; Ozonoff et al., 1994; Stevenson et al., 2016; Wang et al., 2007). En particulier, l'étude de Mottron et al. (2003) a utilisé plusieurs types de tâches visuelles impliquant un côté local et un côté global auprès d'un groupe de participants autistes et d'un groupe contrôle. L'étude comprenait des tâches de traitement hiérarchique, des tâches de processus configurationnels, comme des lettres composées de formes géométriques, et une tâche de figures imbriquées les unes dans les autres. Globalement, les autistes ont obtenu une performance semblable à celle des participants contrôles, et des résultats supérieurs à ceux-ci pour la tâche de figures imbriquées. Donc, même si les autistes possèdent, par défaut, un biais pour le traitement de l'information locale, ils sont capables de percevoir les aspects globaux d'une tâche si leur attention y est portée (Mottron et al., 2006).

Comme pour le biais local, cette capacité à considérer les aspects globaux est présente non seulement au niveau visuel et spatial, mais aussi au niveau auditif, sur une base temporelle. Une étude de cas réalisée par Mottron, Peretz et al. (1999), rapporte qu'en plus de sa grande habileté à mémoriser les notes, un musicien autiste était capable de tenir compte des aspects globaux de la musique. Dans le même sens, l'étude de Quintin et al. (2013) démontre la capacité d'un groupe d'autistes à reproduire une structure musicale globale, avec une performance égale à celle d'un groupe de non-autistes. Cette étude employait une tâche dans laquelle les participants devaient reconstituer la structure musicale qu'ils avaient entendue au début de l'expérience en assemblant des pièces de casse-tête. Comme résultat, le groupe autiste a été capable de reproduire la structure musicale au même niveau que le groupe contrôle. Des résultats semblables ont été obtenus par Bouvet et al. (2013) et Mottron, Peretz et al. (2000). Ces deux études rapportent une capacité intacte d'un groupe de participants autistes à percevoir les aspects globaux et structurels lors d'une tâche musicale. Dans l'ensemble, ces résultats supportent que la capacité intacte des autistes d'effectuer un traitement global de l'information s'applique aussi au niveau auditif et temporel.

Plus grande autonomie des processus perceptifs.

En plus de leur biais local et de leur capacité intacte à traiter les aspects globaux, le modèle du surfonctionnement perceptif propose que les autistes, comparativement aux neurotypiques, possèderaient des processus perceptifs qui sont plus autonomes par rapport aux fonctions de haut niveau (Mottron et al., 2006). Selon Soulières et al. (2007), une moins grande influence descendante des fonctions de haut niveau sur la perception favoriserait la supériorité du traitement local de l'information.

Ce principe est appuyé par l'étude de Liu et al. (2011), qui mesure l'interférence de processus globaux sur le traitement d'information locale chez des autistes et des non-autistes. Pendant une tâche de comptage de lignes formant une figure globale en trois dimensions, ces auteurs ont observé les zones activées dans le cerveau des participants grâce à des mesures d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Les participants devaient réaliser une tâche de traitement local, dans laquelle ils devaient déterminer si la figure présentée comportait plus de lignes rouges ou vertes. L'ensemble des lignes formait une figure tridimensionnelle complexe, qu'ils devaient ignorer.

Les résultats de l'IRMf se sont avérés différents pour les deux groupes : contrairement au groupe contrôle, les sujets autistes n'avaient pas présenté d'augmentation de l'activité frontale médiane, impliquée dans un traitement de haut niveau de l'information, ni d'augmentation de l'activité fonctionnelle entre cette région et les régions postérieures visuospatiales, impliquées dans la perception visuelle (Liu et al., 2011). Il est important de mentionner que la région frontale médiane du cerveau dont il est question a une influence décisionnelle sur la perception. Dans l'étude de Liu et al. (2011), l'activité de cette région est associée à une action descendante inhibitrice provenant de la perception de la figure en trois dimensions sur la perception individuelle de lignes.

Donc, ces résultats indiquent que les autistes ont nécessité moins d'efforts que le groupe contrôle pour effectuer la tâche de comptage de lignes, ce qui serait attribuable à un moins grand besoin de supprimer l'interférence des processus 3-D. De leur côté, les sujets neurotypiques ont dû davantage inhiber l'information 3-D, en utilisant leurs régions frontales, dans le but de centrer leur attention sur la tâche de comptage de lignes. Ainsi, leur performance a été affectée.

Conformément à ces résultats, le modèle du surfonctionnement perceptif affirme que les autistes peuvent traiter l'information en utilisant un mode ascendant sans qu'il n'y ait d'influence descendante. Au contraire, chez les non-autistes, le traitement descendant de l'information est obligatoire et précède le traitement ascendant (Mottron et al., 2006).

De concert avec ces auteurs, les résultats de plusieurs études ont démontré que les autistes étaient moins susceptibles que les non-autistes à l'influence du contexte sur la perception. Par exemple, ils sont moins sujets à l'effet de certaines illusions visuelles (Happé, 1996; Mitchell et al., 2010). Dans une étude faite par Brosnan et al. (2004), même s'ils étaient capables de les percevoir, les autistes étaient moins influençables par les principes de la *Gestalt* que les non-autistes. La Gestalt est une approche en psychologie qui tient compte non seulement des éléments, mais aussi de leur contexte et de l'ensemble qu'ils forment une fois réunis (Bronsman et al., 2004; Kelly & Howie, 2007). Selon les lois gestaltistes, certaines formes, associées entre elles, créent un effet d'illusion (Bronsman et al., 2004). Par exemple, la taille de deux figures identiques peut sembler différente selon les configurations d'autres figures qui les entourent, comme pour l'illusion de Müller-Lyer (voir Figure 2; Annexe N) ou les cercles de Titchener (voir Figure 3;

Annexe N). Bronsman et al. (2004) donnent d'autres exemples d'illusions de type Gestalt. Dans leur étude, comme les participants autistes avaient plus de difficulté à percevoir ces effets d'illusion, les auteurs en ont déduit qu'ils n'étaient pas obligatoirement sujets aux effets du contexte. D'ailleurs, selon Mottron et al. (1999c), les autistes ont plus de facilité à copier des figures impossibles (voir Figure 4; Annexe N) que les non-autistes, ce qui appuie la plus grande autonomie de leurs processus perceptifs par rapport à l'influence des fonctions de haut niveau, qui donnent un sens global à l'information. Au contraire, les non-autistes, chez qui l'influence des processus descendants est obligatoire, ont du mal à reproduire les figures impossibles parce qu'elles n'ont pas de sens. En effet, tenter de les recopier génère un conflit entre l'information perceptive ascendante et le traitement global descendant.

En plus d'être bien établie sur le plan visuel, la plus grande autonomie de la perception par rapport aux fonctions de haut niveau a été démontrée au niveau auditif et temporel. Selon les résultats d'une étude sur la musique de Foxton al. (2003), les autistes étaient moins affectés que les non-autistes par l'influence du contexte musical sur la perception de notes. À la suite d'une modification dans le contexte global de la mélodie, la performance au niveau local des autistes n'était pas affectée, contrairement à celle des non-autistes.

Selon Wang et al. (2007):

Une autonomie supérieure des processus de plus bas niveau par rapport aux processus de plus haut niveau, incluant la perception, par exemple, de problèmes complexes à régler, expliquerait pourquoi et comment les autistes présentent une implication supérieure des régions perceptives dans un large éventail de tâches cognitives. En comparaison, les non-autistes sont caractérisés par une hiérarchie fonctionnelle qui donne priorité aux fonctions de haut niveau comme les processus attentionnels et exécutifs non spécifiques à un matériel. (traduction libre, p. 570)

Bref, selon ces auteurs, les processus perceptifs des autistes formeraient un ensemble qui peut fonctionner indépendamment des influences descendantes des parties plus frontales du cerveau (Wang et al., 2007).

Bases neurologiques du fonctionnement perceptif des personnes neurotypiques.

Selon Grill-Spector & Malach (2004), chez l'être humain, les régions postérieures et occipitales du cerveau sont responsables de l'identification spécialisée des visages et des objets.

De leur côté, les zones du cortex de plus haut niveau sont associées à un traitement moins spécialisé, ou plus abstrait, de l'information perceptive (Grill-Spector & Malach, 2004).

Selon ces auteurs, chez les non-autistes, les processus visuels suivent en même temps deux trajets hiérarchiques (Grill-Spector & Malach, 2004). Les dimensions uniques et les petites surfaces du champ visuel sont extraites par les régions postérieures du lobe occipital. Ensuite, des opérations d'ordre plus élevé sont effectuées à partir de celles-ci et un traitement plus global est exécuté, comme de classer les aspects perceptifs par catégories (Grill-Spector & Malach, 2004).

En même temps, un deuxième axe, nommé l'axe dorsoventral, est impliqué dans le traitement visuel. À l'opposé du premier trajet mentionné, cet axe envoie une réponse des régions centrales vers les régions périphériques, juste autour du cortex visuel (Grill-Spector & Malach, 2004). Ainsi, la perception reçoit une rétroaction de l'attention et des fonctions exécutives (Grill-Spector & Malach, 2004).

Chez les neurotypiques, l'influence des zones de contrôle de haut niveau sur les processus perceptifs est obligatoire, même dans des situations où cela nuit à la performance (Mottron et al., 2006). Un exemple qui illustre bien cette affirmation est la tâche de l'effet *Stroop*, où un participant doit nommer de quelle couleur sont des mots dont la signification est une couleur congruente ou non. Pour la population en général, il est beaucoup plus difficile de nommer ce type de mots lorsque la couleur écrite et celle évoquée ne correspondent pas, car cela nécessite d'inhiber le sens du mot lu.

Selon Tervaniemi et al. (2009), la modulation descendante qu'exercent les fonctions de haut niveau sur la perception a aussi lieu au niveau auditif. Ce qu'un individu entend ne dépendrait pas uniquement des stimuli perçus, mais de l'influence de processus de haut niveau. Par exemple, Grondin (2019) rapporte un exemple auditif de figure impossible, soit l'illusion auditive de Shepard. Celle-ci consiste en des notes de musique qui, par leur agencement, donnent l'impression d'un escalier qui descend à l'infini. Cependant, en réalité, ce sont les mêmes notes qui reviennent sur elles-mêmes. Cet effet d'illusion constitue un exemple du caractère obligatoire de la modulation descendante des fonctions de haut niveau chez les non-autistes.

Bref, selon Grill-Spector et Malach (2004), chez les non-autistes, le traitement de l'information en mode descendant aurait préséance sur le traitement ascendant et influencerait obligatoirement celui-ci, ce qui en fait leur mode dit par défaut (Mottron et al., 2006).

Bases neurologiques du fonctionnement perceptif des autistes.

Mottron et al. (2006) suggèrent que les distinctions entre autistes et non-autistes quant à la perception proviennent d'une différence majeure dans l'organisation des connexions du cerveau. Selon ces auteurs, l'organisation cérébrale au niveau du cortex visuel serait différente chez les autistes. Chez les individus neurotypiques, les parties antérieures du cerveau projettent leurs connexions vers les parties postérieures et viennent automatiquement les influencer. Cependant, les autistes présenteraient « une organisation différente de l'axe hiérarchique antéro-postérieur ainsi que de l'axe de spécialisation dorsoventral ». (Mottron et al., 2006, p. 39). Ces auteurs suggèrent que les caractéristiques qui différencient les personnes autistes des individus neurotypiques correspondent probablement « à un fonctionnement, une implication et une autonomie supérieure des régions sensorielles et de la partie centrale du cortex » (Mottron et al., 2006, p. 39). Selon ces auteurs, l'organisation du traitement de l'information chez les autistes serait différente de celle des individus neurotypiques, avec l'axe hiérarchique des autistes qui serait probablement orienté vers des régions plus postérieures, ou perceptives.

Selon Mottron et al. (2006), les bases du fonctionnement seraient semblables au niveau auditif également. Selon Samson et al. (2006), les autistes présenteraient une plus grande implication du cortex auditif primaire, normalement actif lors de tâches auditives simples, comme c'est le cas pour le cortex visuel. Parallèlement à ce qui se produit sur le plan de la modalité visuelle, Mottron et al. notent un déplacement de l'axe de spécialisation hiérarchique auditif vers le cortex auditif primaire.

Étant donné que les processus perceptifs des autistes sont plus autonomes par rapport aux fonctions de haut niveau (Mottron et al. 2006), les rendant ainsi moins vulnérables aux effets d'illusions (Happé, 1996), il se peut qu'un phénomène semblable influence leur perception temporelle. Par conséquent, il serait intéressant de vérifier via quels mécanismes les autistes diffèrent des neurotypiques sur le plan de la perception temporelle, et si ces différences sont associées à une meilleure performance.

Influence du contexte global sur la perception d'intervalles locaux: étude de Jones et McAuley (2005)

Dans le domaine de la perception du temps, l'influence du contexte sur l'estimation d'intervalles a été étudiée par plusieurs auteurs (Jones & McAuley, 2005; Jones & Yee, 1997; McAuley & Jones, 2003). Selon Barnes et Jones (2000), le contexte temporel global influence systématiquement la durée perçue d'un intervalle local qui y est intégré.

Par une expérience de comparaison d'intervalles menée auprès de non-autistes, Jones et McAuley (2005) ont démontré que de faire varier certaines propriétés d'une session expérimentale dans laquelle un intervalle local est intégré modifie la perception de sa durée. Dans leur étude, ces auteurs nomment *contexte global* les propriétés distributionnelles de la session dans laquelle un essai est intégré. De plus, une session comprend plusieurs essais, ou comparaisons d'intervalles précédés d'un rythme régulier, que les auteurs appellent *contexte local*. Selon la combinaison d'essais qu'elle contient, le rythme moyen global d'une session expérimentale varie. Également, il peut y avoir une amplitude plus ou moins grande entre les différents intervalles qu'elle comprend.

La variable indépendante d'intérêt dans l'étude de Jones et McAuley (2005) est l'effet du contexte global. Le contexte local, quant à lui, doit être ignoré lors de la comparaison d'intervalles. Il sert à instaurer un sens du rythme plus rapide ou plus lent aux oscillateurs internes du participant via le phénomène de l'harmonisation.

À propos des stimuli de l'expérience, Jones et McAuley (2005) utilisaient une unité temporelle précise afin de déterminer la vitesse du rythme de chaque essai. Il s'agit d'un intervalle de base nommé *intervalle interdébuts (IID)* [traduction libre, *interonset interval (IOI)*], dont la durée diffère pour chaque essai de l'expérience. Un IID correspond à l'intervalle entre le début de deux sons. De plus, un intervalle de comparaison était utilisé avec une durée variable qui correspond à un certain pourcentage de l'IID de base. La Figure 5 (voir Annexe O) illustre le plan des stimuli auditifs utilisés lors d'un essai, comprenant le contexte local rythmique, puis le standard, ou l'intervalle de référence, suivis de l'intervalle de comparaison. Il est important de spécifier que le standard est l'intervalle auquel on se réfère lors d'une tâche de comparaison, et il équivaut toujours à la durée d'un IID. Quant à l'intervalle de comparaison, ou comparateur, c'est

une durée variable à laquelle le standard est comparé, et il correspond toujours à un pourcentage de ce standard.

Jones et McAuley (2005) ont manipulé plusieurs propriétés du contexte global de chaque session expérimentale, et ils ont trouvé que deux caractéristiques de celui-ci avaient un effet significatif sur leurs estimations temporelles. En particulier, il s'agissait d'une mesure de tendance centrale et une d'hétérogénéité.

Influence du rythme moyen global: moyenne arithmétique.

La première caractéristique dont il est question est le rythme moyen de la session, ou la moyenne arithmétique des différents IID de base qu'elle comprend. Dans l'étude de Jones et McAuley (2005), modifier cette caractéristique dans un sens ou dans l'autre pouvait influencer la direction et l'amplitude des erreurs d'estimation temporelle. Plus précisément, concernant le sens des erreurs, pour un même IID de base, une session qui comprenait des rythmes rapides générait des valeurs d'erreur constante (EC) plus basses que les sessions au rythme moyen lent. Dans l'expérience de ces auteurs, l'EC constitue la différence entre le point que les participants jugent égal au standard dans la moitié des essais, ou le point d'égalité subjective (PES), et l'IID de base, selon cette formule: $EC = PES - IID$. Donc, une EC négative est associée à un PES plus petit que le standard, ce qui indique que le participant a surestimé les intervalles de comparaison. Également, dans l'étude de Jones et McAuley (2005), plus la moyenne arithmétique de la session s'éloignait de l'IID de base, plus les erreurs d'estimation temporelles augmentaient.

Influence de l'hétérogénéité : étendue des durées comprises dans la session.

La seconde caractéristique ayant influencé la perception temporelle des participants dans l'expérience de Jones et McAuley (2005) est l'étendue des durées des différents IID utilisés dans une même session. Plus celle-ci était grande, plus les erreurs d'estimation augmentaient. Par exemple, une session comportant des IID allant de 200 ms à 800 ms générait un moins grand pourcentage de réponses correctes qu'une session comportant des IID allant de 400 ms à 600 ms, pour un essai dont l'intervalle standard était de 500 ms.

Selon Jones et McAuley (2005), cette tendance s'explique non pas par le nombre d'IID différents, mais par la présence de plus grands changements de rythmes auxquels les oscillateurs

internes doivent s'adapter dans une même session de l'expérience. Selon ces auteurs, une session complète comportant une plus grande étendue de durées engendrerait, par le fait même, un plus grand nombre de changements de rythme de grande amplitude.

Objectifs

La présente étude a pour but de vérifier si l'influence du contexte global sur l'estimation d'intervalles locaux, bien démontrée chez les non-autistes par Jones et McAuley (2005), est moins élevée chez les participants autistes. Par le fait même, l'objectif est de vérifier si la plus grande autonomie des processus perceptifs par rapport aux fonctions de haut niveau, présente chez les autistes, influence leur perception du temps. En diminuant l'influence du contexte global, cette propriété devrait favoriser la performance.

Hypothèses

Ainsi, cinq hypothèses seront vérifiées dans la présente étude. Premièrement, modifier le rythme moyen et augmenter l'hétérogénéité du contexte global apportera une modification significative de l'EC chez le groupe contrôle (neurotypiques), mais l'effet de ces deux variables sera non significatif¹ chez le groupe expérimental (personnes autistes). Deuxièmement, modifier le rythme moyen et augmenter l'hétérogénéité du contexte global apportera une modification significative de l'EC exprimée en valeur absolue chez le groupe contrôle (neurotypiques), mais pas chez le groupe expérimental (personnes autistes). Troisièmement, modifier le rythme moyen et augmenter l'hétérogénéité du contexte global apportera une modification significative de la fraction de Weber chez le groupe contrôle (neurotypiques), mais pas chez le groupe expérimental (personnes autistes). Comme quatrième hypothèse, les autistes auront une meilleure perception temporelle que les participants contrôles, se manifestant par une EC en valeur absolue plus près de zéro. Cinquièmement, les autistes auront une meilleure sensibilité de discrimination temporelle, associée à une fraction de Weber plus petite.

¹ Il est important de spécifier que par « non significatif », les hypothèses ci-haut supposent que l'effet du contexte global sera très faible, et non totalement absent.

Chapitre 1 : Méthode

Participants

Le Tableau 2 (voir Annexe B) présente les caractéristiques des participants inclus dans les analyses, ainsi qu'un test t sur l'âge des deux groupes, pour chaque IID de base individuel et pour tous les IID mis ensemble.

Il est important de spécifier que chaque IID de base comporte une combinaison différente de participants pour les analyses qui lui sont propres. En effet, les résultats de plusieurs participants n'ont pu être conservés pour toutes les analyses².

Matériel

Les participants réalisent l'expérience assis à un bureau, le visage à 40 cm de distance d'un écran d'ordinateur portable de marque Asus X550Z Series. L'expérience a lieu dans une pièce calme et exempte de distractions. Les participants portent un casque d'écoute de modèle Sony MDR-XB950B1. Le volume est ajusté selon le confort de chaque personne. Deux types de sons sont présentés via le casque d'écoute tout au long de l'expérience. Le son 1, correspondant à l'alarme de départ, a une fréquence de 1000 Hz et le son 2, correspondant aux autres sons délimitant les intervalles à juger, a une fréquence de 440 Hz. Le son 1 dure toujours 500 ms, et le son 2, 60 ms. L'expérience est réalisée avec le logiciel E-Prime 2.0. Les réponses sont récoltées au moyen d'un clavier d'ordinateur.

Concernant les stimuli sonores compris dans l'expérience, une durée de base nommée IID, est utilisée, comme dans l'étude de Jones et McAuley (2005). Tel que mentionné plus tôt, un IID correspond à l'intervalle entre le début de deux sons. Cette durée diffère selon les essais, et varie entre 200 et 800 ms. À partir de cette unité temporelle de base, la structure d'un essai peut être formée.

² Certains participants ont obtenu des fonctions psychométriques basées sur des données extrêmes et d'autres ont même quitté l'expérience avant la fin. Pour chaque IID de base, aucun participant ayant obtenu un R^2 inférieur à 0,75 (voir analyse de qualité d'ajustement, Tableau 3; Annexe C) dans l'une des quatre sessions n'a été retenu.

Dans chaque essai de l'expérience, en plus de quatre intervalles correspondant à l'IID de base (dont le standard), un intervalle silencieux nommé *intervalle interstimuli*³, ou *IIS* [traduction libre, *interstimulus interval (ISI)*], est présent. Il correspond toujours à deux fois la durée d'un IID. Un intervalle nommé standard est aussi utilisé. Celui-ci est toujours égal à l'IID de base et sert de référence lors de la comparaison temporelle. Un autre type d'intervalle est présent dans chaque essai: l'intervalle de comparaison, ou comparateur. Tout au long de l'expérience, celui-ci peut être soit 24% plus court, 12% plus court, égal à l'intervalle standard, 12% plus long ou 24% plus long. Durant l'expérience, les intervalles sont délimités par des sons 2, d'une durée de 60 ms. Les durées comprises entre les sons sont vides, excepté pour l'alarme de départ.

Procédure

Pour commencer, il est important de bien différencier le contexte global du contexte local dont il est question dans cette étude. Cette expérience s'intéresse aux variations de ce que Jones et McAuley (2005) appellent le contexte global, soit l'ensemble de tous les essais présents dans une session. Quant au contexte local, il fait référence au contexte rythmique présent dans un essai, juste avant chaque comparaison d'intervalle. Il reste constant pour chaque durée d'IID de base. Son effet sur l'estimation d'intervalle est donc contrôlé et n'est pas pris en compte, isolant ainsi les effets du contexte global.

Les trois variables indépendantes suivantes sont utilisées dans l'expérience: en plus de la différence entre les groupes, il y a le *rythme moyen* du contexte global (rapide vs lent) et *l'hétérogénéité* du contexte global (faible vs élevée). Ces trois variables indépendantes se modélisent comme suit : un rythme moyen rapide signifie que la moyenne arithmétique de la session est de 400 ms. Autrement dit, la durée moyenne de tous les IID de base et les standards compris dans cette session est de 400 ms. Un rythme moyen lent signifie que la moyenne arithmétique des IID de base et des standards compris dans la session est de 600 ms. Il y a deux sessions pour chaque moyenne arithmétique, 400 et 600 ms, et chacune se différencie par son hétérogénéité. Quant à cette troisième variable indépendante, une hétérogénéité faible signifie qu'il y a une étendue de 200 ms entre le plus court et le plus long IID de la session, tandis qu'une

³ Dans l'étude de Jones et McAuley (2005), un IIS est un intervalle qui ne cause aucune distorsion temporelle chez le participant. Il ne vient pas briser le rythme induit par le contexte local, car il concorde avec un multiple de sa période.

hétérogénéité élevée signifie qu'il y a 400 ms de différence entre le plus court et le plus long IID. Cette expérience comporte donc de la discrimination d'intervalles standards pouvant aller de 200 à 800 ms, et ils sont présentés dans un contexte où le rythme de présentation est soit rapide (standard moyen dans la session de 400 ms) ou lent (standard moyen dans la session de 600 ms), et pour chacun desquels rythmes l'hétérogénéité du contexte global est faible ou élevée. Il n'y a que la valeur standard de 500 ms qui apparaît dans chacune des 4 sessions, c.-à-d. pour les deux types de rythmes et les deux types d'hétérogénéité.

Ainsi, les quatre conditions suivantes, ou sessions, sont formées à partir de la combinaison des variables rythme moyen et hétérogénéité: la première possède un rythme moyen rapide et une hétérogénéité faible. Elle est composée d'IID de 300 ms et de 500 ms. La seconde a un rythme moyen rapide combiné à une hétérogénéité élevée. Cette condition contient des IID de 200, 300, 400, 500 et 600 ms. La troisième condition comprend un rythme moyen lent et une hétérogénéité faible. Des IID de 500 ms et de 700 ms sont utilisés. La quatrième condition a un rythme moyen lent et une hétérogénéité élevée. Elle comporte des IID de 400, 500, 600, 700 et 800 ms.

Le plan d'un essai de l'expérience est présenté à la Figure 5 (voir Annexe O). Pour annoncer le début de chaque essai, l'alarme de départ, correspondant au son 1, est présentée durant 500 ms. Puis, après 500 ms de silence, une séquence de sons réguliers composant un rythme est présentée aux participants via le casque d'écoute. Cette séquence est le *contexte local*. Celui-ci comprend quatre sons consécutifs de 60 ms séparés par trois IID. Tout de suite après le dernier son du contexte local, le standard est présenté. Autrement dit, il y a 5 sons consécutifs délimitant 4 intervalles égaux. Une pause correspondant à un IIS, ou la durée de deux IID, s'ensuit, puis l'intervalle de comparaison, délimité par deux autres sons de 60 ms, est présenté. Les participants doivent comparer l'intervalle de comparaison au standard. Ils doivent dire si le comparateur était plus court, égal ou plus long que le standard en appuyant sur une touche de clavier. Les participants doivent appuyer sur la touche 1 lorsque le comparateur est plus court que le standard, sur la touche 5 lorsque le comparateur est égal au standard et sur la touche 3 lorsque le comparateur est plus grand que le standard. Les touches sont toujours les mêmes d'un participant à l'autre.

L'expérience dans sa totalité comporte quatre sessions réparties en deux rencontres. Chaque session expérimentale se déroule sensiblement de la même manière : pour commencer, les

participants effectuent 12 essais de pratique avec une rétroaction leur indiquant s'ils ont la bonne réponse. Puis, ils effectuent cinq blocs de 36 essais sans rétroaction. Dans chaque session, pour chaque durée d'IID de base, il y a 180 essais comportant la présentation de 60 intervalles de comparaison égaux au standard et de 30 intervalles de chacune des quatre autres durées du comparateur. Les 180 présentations sont faites de façon aléatoire. Chaque session dure en moyenne 50 minutes. Afin de prévenir l'effet de fatigue, trois courtes pauses de 5 minutes sont incluses, c'est-à-dire une pause après tous les 45 essais. Il y a deux sessions par rencontre, séparées par une longue pause de 30 minutes ou plus, selon les besoins du participant.

Dans une session, lorsqu'il y a deux IID de base différents (hétérogénéité faible), il y a 360 essais au total (180 x deux standards), incluant chacun des quatre intervalles de comparaison. Lorsqu'il y a cinq IID de base différents (hétérogénéité élevée), il y a 900 essais au total (1800 x 5 standards), incluant chacun des quatre intervalles de comparaison. Les quatre conditions de l'expérience sont administrées aux participants avec un contrebalancement partiel.

Analyses

Variables indépendantes

Tel que rapporté plus tôt, cette étude utilise comme variables indépendantes le type de groupe (autiste vs contrôle), le rythme moyen global de la session, c.-à-d. la moyenne arithmétique de tous les IID de base qu'elle comprend, ainsi que son hétérogénéité. Ici, l'hétérogénéité est un synonyme de l'étendue entre les différentes durées comprises dans la session.

Variables dépendantes

Concernant les variables dépendantes, l'EC est utilisée comme première mesure de l'estimation du temps. Il est pertinent de rappeler que celle-ci correspond au point d'égalité subjective (PES), ou la durée que le participant juge comme étant égale au standard au moment même de la comparaison d'intervalles, auquel la durée du standard est soustraite. Cette variable donne la direction ainsi que la grandeur des erreurs d'estimation temporelles.

La deuxième variable dépendante utilisée sera l'EC exprimée en valeur absolue. Cette mesure permet de mesurer l'amplitude de l'écart au standard, que celui-ci soit positif ou négatif.

De cette façon, elle indique si l'estimation temporelle de l'un des deux groupes est plus juste que l'autre.

La troisième variable dépendante utilisée dans cette étude est la fraction de Weber. Celle-ci correspond au seuil différentiel divisé par la durée estimée. Le seuil différentiel est à la durée minimale requise pour qu'une personne soit capable de distinguer deux intervalles de temps différents (Grondin, 2019). Il est un indicateur de la sensibilité de discrimination. Un plus petit seuil différentiel est associé à une meilleure capacité de discrimination temporelle. La fraction de Weber permet de comparer la sensibilité de discrimination des participants des différentes durées standards.

Afin de calculer le PES et le seuil différentiel, des fonctions psychométriques individuelles sont effectuées, et ce, dans chaque condition expérimentale et pour chaque IID de base. Une fonction normale cumulée (Jones & McAuley, 2005) est réalisée grâce au logiciel GraphPad Prism 8.3.1, à partir des scores de chaque participant. Sur chaque fonction, l'axe des y représente le pourcentage de fois où l'intervalle de comparaison a été jugé plus grand que le standard, et l'axe des x représente la valeur de l'intervalle de comparaison précise qui y est associée. Un exemple de ce type de fonction est rapporté à la Figure 6 (voir Annexe P). Le PES est le point sur l'axe des X qui correspond à $Y = 50\%$. Quant au seuil différentiel, il équivaut à la distance sur l'axe des X qui correspond à $Y = 25\%$ et $Y = 75\%$, divisée par deux. Pour trouver la fraction de Weber, le seuil différentiel est ensuite divisé par la durée du standard, ou de l'IID de base.

Afin d'être en mesure de trouver ces valeurs, une transformation en scores Z des pourcentages en ordonnée de chaque fonction normale cumulée individuelle doit d'abord être effectuée (Jones & McAuley, 2005). Les scores Z indiquent à combien d'écarts-types en dessous ou au-dessus de la moyenne un score se situe (Schauer & Eckman, 2014), et la distribution des Z prend la forme d'une courbe normale (Turner, 2013). À partir de celle-ci, on peut connaître la probabilité exacte d'obtenir une valeur de x parmi l'ensemble des scores d'un participant, tant que ces scores se distribuent normalement. En effet, selon Grondin (2019), en assumant l'hypothèse que les scores d'un participant se distribuent de façon normale, il devient légitime de les transformer en scores Z. Suite à ce changement d'échelle en ordonnée, la fonction prend une forme linéaire, ce qui vient valider le postulat de normalité précédemment mentionné (Jones & McAuley,

2005). Par le biais d'une régression linéaire, il devient donc possible de déterminer le PES et le seuil différentiel (Jones & McAuley, 2005), puis de calculer la fraction de Weber.

Afin de vérifier la fiabilité des données, la qualité de l'ajustement de la fonction, après transformation en scores Z , est exprimée à l'aide de l'indice R^2 , ou coefficient de détermination, qui est obtenu pour chacune des conditions expérimentales et ce, pour chaque participant. Puis, les fonctions pour lesquelles le R^2 est inférieur à 0,75 sont exclues des analyses, tout comme celles dont la différence entre la pente et zéro n'est pas significative ($p > 0,05$).

Statistiques inférentielles

Parce que les IID (ou standards) de 500 ms sont les seuls qui présents dans toutes les sessions de l'expérience, ils reçoivent d'abord une attention particulière. Pour chacune des variables dépendantes à l'étude (EC, EC exprimée en valeur absolue et fraction de Weber), une ANOVA à plan factoriel 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) x 2 (hétérogénéité) avec mesures répétées sur les facteurs rythme moyen et hétérogénéité est effectuée. Si des effets d'interaction s'avèrent significatifs dans les ANOVAs, des tests d'effets simples sont effectués afin de trouver où se situent les différences significatives.

Après avoir analysé les IID de 500 ms, des analyses supplémentaires sont conduites pour chacune des autres durées d'IID de base et pour la moyenne de tous les IID de l'expérience. Pour les IID de 400 ms et 600 ms, des ANOVAs à plan factoriel 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) avec mesures répétées sur le facteur rythme moyen sont effectuées pour chacune des variables dépendantes à l'étude. Pour les IID de 300 ms et 700 ms, des ANOVAs à plan factoriel 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) avec mesures répétées sur le facteur hétérogénéité sont effectuées pour chaque variable dépendante. Pour les IID de 200 et 800 ms, ainsi que pour l'ensemble des IID de l'expérience réunis, des tests t sont effectués pour comparer les deux groupes sur chacune des variables dépendantes d'intérêt. Les ANOVAs sont conduites à l'aide du logiciel SPSS 26.

Une correction de *Greenhouse-Geisser* est appliquée sur les degrés de liberté lorsque le postulat d'homogénéité des variances n'est pas respecté.

Chapitre 2 : Résultats

Validité des données retenues pour les analyses

Dans la présente étude, seules les données qui montrent une qualité d'ajustement (*Goodness-of-fit*) suffisante, c.-à-d. rencontrant un critère précis de validité ($R^2 > 0,75$), ont été considérées dans les analyses. Par conséquent, les groupes de participants diffèrent pour chaque IID de base à l'étude.

À partir du pourcentage de fois que le comparateur est jugé plus grand que le standard, converti en scores Z, une régression linéaire est effectuée sur chaque fonction individuelle, ainsi qu'une analyse de qualité d'ajustement. À partir de celle-ci, un coefficient R^2 est obtenu pour chaque participant, pour chaque session, pour tous les IID de base présents dans l'expérience. Ce coefficient indique à quel degré le modèle choisi permet une bonne description des points sur la fonction. Étant donné que l'ensemble des participants n'a pas été retenu pour chaque analyse, le Tableau 3 (voir Annexe C) rapporte la qualité de l'ajustement de chaque fonction, qualité quantifiée à l'aide du coefficient R^2 . En plus des R^2 individuels, le Tableau 3 (voir Annexe C) indique si la pente de chaque fonction est différente de zéro. Ce tableau rapporte également les moyennes (et écarts-types) pour le coefficient R^2 , de même que le score minimal et maximal, pour chaque groupe et pour chaque IID de base.

Notons que pour une condition d'IID donnée, un participant obtenant un R^2 inférieur à 0,75 n'est pas retenu pour les analyses de groupe de cet IID spécifique, mais ce même participant peut être inclus dans les analyses des autres IID.

IID de 500 ms

Les analyses des IID de 500 ms sont présentées en premier dans la section résultats ainsi que dans les figures et à partir du Tableau 4 (voir Annexe D), car elles permettent de vérifier l'ensemble des effets du contexte global pour une même durée de standard. Les analyses des autres IID de base viennent compléter celles des IID de 500 ms.

EC.

Le Tableau 4 (voir Annexe D) rapporte les statistiques descriptives (moyennes et écarts-types) de chaque groupe dans chaque condition et le Tableau 5 (voir Annexe E), les statistiques inférentielles de l'ANOVA. La Figure 7 (voir Annexe R) permet de visualiser l'évolution de l'EC des deux groupes en fonction de l'hétérogénéité de la session, pour chaque niveau du facteur rythme moyen.

D'abord, l'ANOVA révèle un effet significatif du facteur groupe, $F(1,15) = 13,907$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,481$, le groupe contrôle ($M = 12,827$ ms, $ET = 15,759$ ms) ayant obtenu des scores d'EC significativement plus élevés que le groupe autiste ($M = -1,060$ ms, $ET = 11,808$ ms). L'effet du facteur rythme moyen s'avère également significatif, $F(1, 15) = 20,199$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,574$. Les sessions au rythme moyen rapide ($M = -0,434$ ms, $ET = 11,719$ ms) étant associées à des valeurs d'EC plus basses que celles au rythme moyen lent ($M = 13,017$ ms, $ET = 16,212$ ms). Cependant, l'effet du facteur hétérogénéité est, quant à lui, non significatif, $F(1, 15) = 0,294$, $p = 0,596$. De plus, aucun effet d'interaction à l'étude n'est significatif (chaque $p \geq 0,224$).

EC exprimée en valeur absolue.

Le Tableau 6 (voir Annexe F) rapporte les statistiques descriptives de chaque groupe dans chaque condition et le Tableau 7 (voir Annexe G), les statistiques inférentielles. La Figure 8 (voir Annexe Q) permet de visualiser l'évolution de l'EC exprimée en valeur absolue des deux groupes en fonction du rythme moyen de la session, pour chaque niveau du facteur hétérogénéité.

L'ANOVA révèle de prime abord un effet non significatif du facteur groupe, $F(1, 15) = 4,074$, $p = 0,214$. L'effet du facteur rythme moyen est cependant significatif, $F(1, 15) = 5,960$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,284$, les sessions au rythme moyen rapide ($M = 9,271$ ms, $ET = 6,998$ ms) étant associées à des scores d'EC exprimée en valeur absolue plus bas que celles au rythme moyen lent ($M = 15,643$ ms, $ET = 13,612$ ms). L'effet du facteur hétérogénéité est, quant à lui, non significatif, $F(1, 15) = 0,132$, $p = 0,721$.

L'effet d'interaction entre les facteurs groupe et rythme moyen s'avère significatif, $F(1, 15) = 5,302$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,261$. Des tests d'effets simples (LSD) (voir Tableau 8; Annexe G) révèlent que les scores des deux groupes diffèrent significativement dans les sessions au rythme

moyen lent, la différence moyenne entre les deux groupes pour ce niveau est de 11,549, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,278$, et le groupe autiste ayant obtenu des scores d'EC exprimée en valeur absolue significativement plus bas ($M = 9,529$ ms, $ET = 7,450$ ms) que le groupe contrôle ($M = 21,078$ ms, $ET = 17,608$ ms). Par contre, il n'y a pas de différence entre les groupes pour les sessions au rythme moyen rapide $F(1, 15) = 0,004$, $p = 0,948$. Aucun autre effet d'interaction à l'étude n'est significatif (chaque $p \geq 0,704$).

Fraction de Weber.

Le Tableau 9 (voir Annexe H) rapporte les statistiques descriptives de chaque groupe dans chaque condition et le Tableau 10 (voir Annexe I), les statistiques inférentielles de l'ANOVA.

L'ANOVA révèle d'abord un effet non significatif du facteur groupe, $F(1, 15) = 2,203$, $p = 0,158$, du facteur rythme moyen, $F(1, 15) = 1,075$, $p = 0,316$, et du facteur hétérogénéité, $F(1, 15) = 0,306$, $p = 0,589$. Toutefois, il y a un effet d'interaction significatif entre le rythme moyen et le groupe, $F(1, 15) = 4,963$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,249$. Les autres effets d'interaction à l'étude sont tous non significatifs (chaque $p \geq 0,594$).

Afin de vérifier entre quels niveaux du facteur rythme moyen les deux groupes diffèrent, des tests d'effets simples (LSD) sont effectués. Cependant, aucune différence significative n'est présente (chaque $p \geq 0,077$) (voir Tableau 11; Annexe I).

Durées d'IID complémentaires

Le Tableau 12 (voir Annexe J) rapporte les statistiques descriptives pour les trois variables dépendantes à l'étude, pour chaque durée d'IID comprise dans l'expérience, ainsi que pour tous les IID réunis.

Les Tableaux 13 à 36 (voir Annexes K à M), présentent l'ensemble des statistiques inférentielles pour les durées d'IID complémentaires à celles de 500 ms. Cependant, seules les durées d'IID associées à des résultats significatifs sont abordées dans la section qui suit.

EC.

Les Tableaux 13 à 19 (voir Annexe K) indiquent l'ensemble des résultats pour cette variable. La Figure 9 (voir Annexe S) illustre les moyennes des deux groupes pour l'ensemble des IID de base à l'étude.

Un effet significatif du facteur groupe sur l'EC est présent pour les IID de 400 ms, $F(1,15) = 7,612$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,337$, le groupe autiste ayant des scores d'EC significativement plus bas ($M = 3,407$ ms, $ET = 7,029$ ms) que le groupe contrôle ($M = 10,774$ ms, $ET = 13,455$ ms). L'effet du facteur rythme moyen est également significatif, $F(1, 15) = 9,364$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,384$, les sessions au rythme moyen rapide ($M = 6,440$ ms, $ET = 10,471$ ms) étant associées à des scores d'EC plus bas que les sessions au rythme moyen lent ($M = 15,198$ ms, $ET = 11,234$ ms).

EC exprimée en valeur absolue.

Pour ce qui est des IID de 200 ms, les statistiques inférentielles sont identiques à celles de l'EC⁴ et sont rapportées au Tableau 13 (voir Annexe K). Les résultats pour les autres durées d'IID, sont présentées aux Tableaux 20 à 25 (Annexe L), et à la Figure 10 (Annexe S).

L'effet du facteur hétérogénéité sur l'EC exprimée en valeur absolue est significatif pour les IID de base de 300 ms, $F(1, 16) = 10,313$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,392$, les sessions avec une hétérogénéité faible étant associées à des scores plus bas de l'EC exprimée en valeur absolue ($M = 9,436$ ms, $ET = 7,639$ ms) que les sessions avec une hétérogénéité élevée ($M = 14,848$ ms, $ET = 10,561$ ms).

Concernant les IID de 400 ms, l'ANOVA révèle un effet significatif du facteur groupe, $F(1,15) = 10,171$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,404$, le groupe autiste ayant des scores de l'EC exprimée en valeur absolue significativement plus bas ($M = 8,160$ ms, $ET = 7,984$ ms) que le groupe contrôle ($M = 18,194$ ms, $ET = 9,720$ ms). L'effet du facteur rythme moyen est significatif également, $F(1, 15) = 10,690$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,416$, les sessions au rythme moyen rapide ($M = 8,516$ ms, $ET = 8,756$ ms) étant associées à des scores de l'EC exprimée en valeur absolue plus bas que les sessions au rythme moyen lent ($M = 16,067$ ms, $ET = 9,866$ ms).

⁴ Pour les IID de 200 ms, les scores d'EC étaient tous positifs. Donc, les moyennes et écarts-types, tout comme les résultats du test *t*, sont identiques à ceux obtenus pour l'EC exprimée en valeur absolue.

Quant aux IID de 600 ms, l'ANOVA révèle un effet significatif du facteur rythme moyen, $F(1, 16) = 6,271, p < 0,05, \eta^2 = 0,282$, les sessions au rythme moyen lent étant associées à des scores de l'EC en valeur absolue plus petits ($M = 10,413$ ms, $ET = 8,172$ ms), que celles au rythme moyen rapide ($M = 18,041$ ms, $ET = 17,275$ ms).

Concernant la moyenne de tous les IID de l'expérience, un test t pour échantillons indépendants indique que la différence entre les groupes est significative ($t = -2,559, dl = 235.210, p$ (bilatéral) $< 0,05, d' = -0,319$).

Fraction de Weber.

Les Tableaux 26 à 36, situés à l'Annexe M, montrent tous les résultats associés à cette variable. La Figure 11 (Annexe T) illustre les résultats des deux groupes pour l'ensemble des IID de l'expérience.

Concernant les IID de 300 ms, l'ANOVA révèle un effet significatif du facteur groupe, $F(1,16) = 10,255, p < 0,01, \eta^2 = 0,391$, le groupe autiste ayant une fraction de Weber moyenne significativement plus petite ($M = 0,140, ET = 0,018$) que le groupe contrôle ($M = 0,201, ET = 0,061$). Puisqu'un test de *Levene* indique des variances non homogènes pour le facteur groupe, un test t pour échantillons indépendants est effectué sur celui-ci en corrigeant pour les degrés de liberté (voir Tableau 28; Annexe M), confirmant que cette différence est bien significative ($t = -4,247, dl = 22.806, p$ (bilatéral) $< 0,001, d' = -1,094$).

Concernant les IID de 400 ms, l'ANOVA révèle un effet principal non significatif du facteur groupe, $F(1, 15) = 1,990, p = 0,179$. L'effet du facteur rythme moyen est également non significatif, $F(1, 15) = 2,033, p = 0,174$. Cependant, l'effet d'interaction entre le groupe et le rythme moyen est significatif, $F(1, 15) = 17,838, p < 0,01, \eta^2 = 0,543$ (voir Tableau 29; Annexe M). Afin de vérifier spécifiquement pour quel niveau du facteur rythme moyen les moyennes des groupes autiste et contrôle diffèrent significativement, des tests d'effets simples (*LSD*) sont effectués (voir Tableau 30; Annexe M). Ces tests révèlent que les scores des deux groupes diffèrent significativement dans les sessions au rythme moyen lent, la différence moyenne pour ce niveau étant de 0,04 ms, $p < 0,05, \eta^2 = 0,301$, le groupe autiste ayant obtenu une fraction de Weber significativement plus petite ($M = 0,134, ET = 0,023$) que le groupe contrôle ($M = 0,174, ET = 0,042$). Cependant, la différence entre les groupes n'est pas significative pour les sessions au rythme moyen rapide, $F(1, 15) = 0,002, p = 0,964$.

Concernant les IID de 600 ms, les statistiques inférentielles sont présentées au Tableau 31 (voir Annexe M). L'ANOVA révèle un effet non significatif du facteur groupe, $F(1, 16) = 4,273$, $p = 0,055$. L'effet du rythme moyen est également non significatif, $F(1, 16) = 8,858$, $p = 0,368$. Cependant, l'effet d'interaction entre le groupe et le rythme moyen est significatif, $F(1, 16) = 5,043$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,240$. Des tests d'effets simples (LSD) (voir Tableau 32; Annexe M) révèlent que les scores des deux groupes diffèrent significativement dans les sessions au rythme moyen rapide, la différence moyenne étant de 0,031, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,299$, le groupe autiste ayant une fraction de Weber moyenne plus petite ($M = 0,128$, $ET = 0,019$) que le groupe contrôle ($M = 0,159$, $ET = 0,031$). Cependant, la différence entre les deux groupes n'est pas significative pour les sessions au rythme moyen lent, $F(1, 16) = 0,068$, $p = 0,798$.

Pour les IID de 700 ms, l'ANOVA révèle un effet significatif du facteur groupe, $F(1, 21) = 5,331$, $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,202$, les autistes ayant une fraction de Weber plus petite ($M = 0,137$, $ET = 0,018$) que le groupe contrôle ($M = 0,169$, $ET = 0,050$) (voir Tableau 33; Annexe M). Étant donné qu'un test de *Levene* indique des variances non homogènes pour le facteur groupe, un test *t* pour échantillons indépendants est effectué en corrigeant pour les degrés de liberté (voir Tableau 34; Annexe M), confirmant que cette différence est bien significative ($t = -3,054$, $dl = 32,954$, p (bilatéral) $< 0,01$, $d' = -0,765$).

Concernant l'ensemble des IID de l'expérience, un test *t* pour échantillons indépendants indique que la différence entre les moyennes des deux groupes est significative ($t = -5,352$, $dl = 171,196$, p (bilatéral) $< 0,001$, $d' = -0,640$) (voir Tableau 36; Annexe M). Les autistes ont obtenu une fraction de Weber plus petite ($M = 0,138$, $ET = 0,021$) que les sujets contrôles ($M = 0,163$, $ET = 0,048$).

Chapitre 3 : Discussion

Cette étude cherchait à vérifier si l'interférence du contexte global sur la comparaison d'intervalles locaux était moins grande chez les participants autistes que chez le groupe contrôle. Par le fait même, cette moins grande influence du contexte global chez les autistes devait être associée à une perception du temps plus juste ainsi qu'à une meilleure sensibilité de discrimination temporelle.

Effet du rythme moyen et de l'hétérogénéité du contexte global sur l'EC

Selon la première hypothèse mentionnée dans cette étude, modifier le rythme moyen et l'hétérogénéité du contexte global de la session devait avoir un effet significatif sur le déplacement de l'EC du groupe contrôle (neurotypiques), mais pas sur celui du groupe expérimental (autistes). Les résultats obtenus n'appuient pas cette hypothèse : les effets du contexte global ont été obtenus pour certains IID à l'étude, mais il n'y a pas eu d'effet d'interaction entre ceux-ci et le groupe.

D'abord, les résultats obtenus pour les IID de base de 500 ms indiquent qu'il y a eu une influence significative du facteur rythme moyen sur l'EC des deux groupes, avec une grande taille d'effet, $\eta^2 = 0,574$. Les sessions dont le rythme moyen était lent ($M = 13,017$ ms, $ET = 16,212$ ms) étaient associées à des scores d'EC plus élevés que celles au rythme moyen rapide ($M = -0,434$ ms, $ET = 11,719$ ms). La Figure 7 (voir Annexe R) permet de visualiser les variations de l'EC chez les deux groupes pour les IID de 500 ms. Un effet principal seul du facteur rythme moyen a aussi obtenu pour les IID de 400 ms avec une grande taille d'effet, $\eta^2 = 0,384$. Encore une fois, les sessions au rythme moyen lent ($M = 15,198$ ms, $ET = 11,234$ ms) étaient associés à des scores d'EC plus élevés que celles au rythme moyen rapide ($M = 6,440$ ms, $ET = 10,471$ ms).

Bref, pour deux des durées d'IID à l'étude sur les trois où cette variable dépendante a été analysée, il y a eu un effet significatif du rythme moyen du contexte global sur l'EC des deux groupes lors de la comparaison d'intervalles locaux. Le facteur hétérogénéité n'a cependant pas exercé d'effet sur cette variable dépendante.

Observations générales.

Le déplacement de l'EC pour les IID de 500 ms va dans la même direction que celui rapporté dans l'étude de Jones et McAuley (2005). Dans leur deuxième expérience, ces auteurs ont obtenu, dans les sessions avec un contexte au rythme moyen rapide (un son à chaque 400 ms), un score d'EC moyen de -6,904 ms. Il est important de rappeler qu'une EC négative signifie que les intervalles de comparaison sont plus souvent surestimés, tandis qu'une EC positive signifie que les intervalles de comparaison sont plus souvent sous-estimés. Dans la présente étude, l'EC moyenne pour les sessions au rythme moyen rapide était de -0,434 ms avec un écart-type de 11,719 ms. L'écart entre les scores obtenus et ceux de Jones et McAuley s'expliquerait possiblement par le plus grand nombre de conditions différentes de contexte global que ces auteurs ont utilisé. Concernant les sessions dont le rythme moyen était lent, Jones et McAuley ont obtenu une EC moyenne de 13,482 ms. Selon les résultats obtenus ici, l'EC moyenne pour les sessions au rythme moyen lent était de 13,017 ms avec un écart-type de 16,212 ms.

Interprétation selon la perspective de l'Entrainement.

Si l'on interprète le déplacement de l'EC selon la perspective de l'Entrainement, les oscillateurs internes des deux groupes auraient été sujets aux effets du contexte global pendant la comparaison d'intervalles locaux. Un effet de grande taille du facteur rythme moyen sur l'EC ($\eta^2 = 0,481$) indique que de modifier cette variable aurait eu une incidence sur la perception du temps des deux groupes, comme dans l'étude originale de Jones et McAuley (2005) pour les participants neurotypiques.

Il y aurait donc eu un effet collectif de tous les rythmes intégrés dans une même session sur le rythme interne de chaque participant. Il se peut que les erreurs d'estimation temporelle soient associées au dépassement des capacités des oscillateurs internes à se synchroniser aux nouveaux rythmes présentés. Un trop grand ralentissement du rythme moyen de la session serait possiblement en cause. Les oscillateurs internes des participants des deux groupes auraient connu une distorsion de leur rythme allant vers celui du contexte global, perturbant ainsi leur adaptation au rythme du contexte local.

Ainsi, les autistes seraient influençables par la modification des propriétés rythmiques globales d'une session, en particulier, par une modification du rythme moyen d'une session. Comme les neurotypiques, ils ont tendance à surestimer les intervalles courts et à sous-estimer les intervalles longs. Bref, la perception du temps des autistes obéit aux mêmes lois psychophysiques que celles des neurotypiques.

Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.

Également, le surfonctionnement perceptif permet d'expliquer l'effet du rythme moyen du contexte global sur l'EC. Selon ce modèle, les autistes sont sensibles aux effets du contexte global et une inférence de global à local est possible chez eux.

Le modèle du surfonctionnement perceptif ne suppose pas l'absence d'interférence globale sur la perception chez les autistes, mais propose que cet effet est présent chez eux dans une moindre mesure (Mottron et al., 2006; Ozonoff, 1994). Il semble donc normal qu'ils aient subi l'effet de la modification du contexte sur la perception d'intervalles locaux dans la présente étude. De plus, il est pertinent de rappeler que selon ces auteurs, les capacités de traitement global des autistes sont intactes⁵.

Effet du rythme moyen et de l'hétérogénéité du contexte global sur l'EC exprimée en valeur absolue

La seconde hypothèse de la présente étude prédisait que de modifier le rythme moyen et l'hétérogénéité du contexte global de la session augmenterait de façon significative l'EC exprimée en valeur absolue chez le groupe contrôle (neurotypiques), mais pas chez le groupe expérimental. Cette hypothèse a été confirmée pour le facteur rythme moyen (IID de 500 ms), mais pas pour l'hétérogénéité.

Concernant les IID de 500 ms, les écarts d'estimation temporelle des autistes sont restés plus près de zéro que ceux des neurotypiques malgré le passage d'un rythme rapide à un rythme lent du contexte global. L'interaction entre le rythme moyen et le groupe était associé à une grande

⁵ Le modèle original du déficit de cohérence centrale affirme que la perception locale supérieure que présentent les autistes est liée à un déficit à percevoir l'ensemble (voir Frith, 1989 et Happé et Frith, 2006). Cependant, selon le modèle du surfonctionnement perceptif et tel que soulevé dans l'Introduction, la meilleure perception chez les autistes ferait partie de leur fonctionnement cognitif sans pallier pour un déficit quelconque (Mottron et al., 2006).

taille d'effet, $\eta^2 = 0,261$. Pour les sessions au rythme moyen lent uniquement, les scores des deux groupes différaient de façon significative : les autistes ont obtenu une moyenne de l'EC exprimée en valeur absolue de 9,529 ms avec un écart-type de 7,450 ms, tandis que les sujets contrôles ont obtenu une moyenne de l'EC exprimée en valeur absolue de 21,078 ms avec un écart-type de 15,628 ms. Le contraste associé à ce résultat, provenant d'un test d'effet simple, avait une forte taille d'effet; $\eta^2 = 0,278$. Il est possible de visualiser les scores des deux groupes sur la Figure 8 (voir Annexe R).

D'autres résultats significatifs viennent infirmer l'hypothèse de départ. À défaut de trouver un effet d'interaction significatif entre le groupe et les propriétés du contexte global, un effet principal seul du rythme moyen et de l'hétérogénéité est parfois présent. Par exemple, pour les IID de 300 ms, les sessions plus hétérogènes étaient associées à une EC exprimée en valeur absolue plus élevée ($M = 14,848$ ms, $ET = 10,561$ ms) que les sessions moins hétérogènes ($M = 9,436$ ms, $ET = 7,639$ ms) (voir Tableau 12; Annexe J). De plus, un effet du facteur rythme moyen était présent pour les IID de 400 ms, avec les sessions au rythme moyen lent associées à des scores plus élevés de l'EC exprimée en valeur absolue ($M = 16,067$ ms, $ET = 9,886$ ms) que celles au rythme moyen rapide ($M = 8,516$ ms, $ET = 8,756$ ms), (voir Tableau 12; Annexe J), ainsi que pour les IID de 600 ms, avec les sessions au rythme moyen rapide associées à des valeurs plus élevées d'EC exprimée en valeur absolue ($M = 18,041$ ms $ET = 17,275$ ms) que celles au rythme moyen lent ($M = 10,413$ ms, $ET = 8,172$ ms) (voir Tableaux 12, Annexe J). Ces résultats indiqueraient donc que les écarts d'estimation temporelle des autistes peuvent être influencés par les modifications du contexte global. Il est intéressant de souligner que, pour les IID de 600 ms, contrairement aux durées d'IID plus courtes, ce sont les sessions au rythme moyen rapide qui sont associées aux scores d'EC exprimée en valeur absolue les plus élevés, et ce, chez les deux groupes.

Bref, la plus grande autonomie de la perception par rapport aux fonctions de haut niveau serait présente sur le plan temporel chez les autistes, tel que l'indiquent les mesures d'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms. Cependant, pour les IID de 300, 400 et de 600 ms, un effet du contexte global serait aussi présent, indiquant que cette caractéristique n'aurait pas toujours une influence significative sur la performance.

Interprétation selon la perspective de l'Entrainement et liens avec les modes attentionnels

Concernant les IID de 500 ms, même si les autistes semblent sujets aux effets du contexte global, ils restent plus près de la cible en général que les sujets neurotypiques. L'approche de l'Entrainement explique ce résultat en se basant sur des oscillateurs attentionnels, synonymes de rythmes attentionnels, dont les fluctuations déterminent les attentes relatives à l'arrivée d'un nouveau son (Drake et al., 2000). Selon ces auteurs, les oscillateurs sont organisés sous forme de hiérarchie, certains se synchronisant aux rythmes plus lents et d'autres, aux rythmes plus rapides. Tel que mentionné dans l'Introduction, selon Drake et al. (2000), les attentes qu'un nouveau son se produise sont d'abord induites par un rythme de base propre à chaque personne. Puis, les rythmes présents dans l'environnement viennent modifier ce schéma d'attentes. Ce système d'oscillateurs qui s'influencent les uns les autres fonctionne selon deux modes différents : l'attention analytique [traduction libre, *analytical attending*] et l'attention orientée vers le futur [traduction libre, *future-oriented attending*] (Drake et al., 2000). L'attention analytique prend origine au niveau des nouveaux sons entendus, qui viennent influencer l'ensemble du système d'oscillateurs, tandis que l'attention orientée vers le futur provient du niveau de base et des rythmes déjà intégrés et influence les attentes qu'un nouveau son se produise. Selon Drake et al. (2000), certaines personnes ont une perception du temps davantage basée sur l'attention analytique, tandis que d'autres ont une perception temporelle qui relève surtout de l'attention orientée vers le futur.

Une hypothèse explicative intéressante est que ces deux modes attentionnels, qui régissent les oscillateurs internes, fonctionneraient de façon plus autonome chez les autistes. Voilà le point où les deux principaux modèles utilisés dans ce mémoire se complètent possiblement: en cohérence avec la théorie de Mottron et al. (2006), les attentes temporelles des personnes autistes, qui favorisent souvent un traitement ascendant de l'information, seraient davantage orientées vers les stimuli perceptifs entrants (attention analytique dans l'étude de Drake et al., 2000) que vers l'influence des attentes sur la perception future (attention orientée vers le futur dans l'étude de Drake et al., 2000). De plus, lorsque les circonstances de la tâche le demandent, l'influence des attentes sur la perception serait moindre (Mottron et al., 2006). Ainsi, la perception antérieure de différents rythmes viendrait moins influencer la perception des nouveaux sons entrants.

Cependant, pour plusieurs autres durées d'IID, modifier le rythme moyen du contexte global et augmenter le nombre de changements de rythme de grande amplitude dans une même session viendrait accroître la difficulté des oscillateurs à s'adapter correctement aux rythmes locaux présentés. Donc, l'effet facilitateur sur la performance de la plus grande autonomie des processus perceptifs attendrait parfois ses limites.

Concernant l'inversion de l'effet du facteur *rythme moyen* mentionné précédemment pour les IID de 600 ms, il s'expliquerait par une tendance à surestimer les intervalles longs et sous-estimer les intervalles courts. En effet, dans les sessions où l'IID de 600 ms est présent, soit il est le plus grand de tous les IID (IID de 200, 300, 400, 500 et 600 ms), soit il est situé au milieu (IID de 400, 500, 600, 700 et 800 ms). Par contre, ce n'est pas le cas pour les autres IID pour lesquels le facteur rythme moyen est analysé, soit 400 et 500 ms. Pour ceux-ci, les sessions dans lesquelles ils sont présents comportent la moitié ou davantage d'intervalles de plus grande amplitude.

Une explication possible selon le modèle de l'Entrainement résiderait dans l'adaptation globale des oscillateurs à tous les rythmes présents dans le contexte. Selon Jones et McAuley (2005), il existerait bien une valeur de P, ou de périodicité préférée, qui serait influencée par le contexte global et les rythmes locaux présentés. Selon ces auteurs, P devrait tendre vers la moyenne arithmétique de la session, soit 400 ms ou 600 ms dans la présente expérience. Donc, plus l'IID de base s'éloigne de la moyenne arithmétique de la session, plus les écarts d'estimation augmentent.

Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.

L'effet d'interaction significatif entre les facteurs *rythme moyen* et *groupe* sur les mesures d'écart au standard pour les IID de 500 ms supporte l'idée que la plus grande autonomie de la perception par rapport aux fonctions de haut niveau s'applique à la perception du temps des autistes. Les écarts d'estimation des autistes dépendraient moins des variations du contexte global de la session, ce qui est un exemple d'une moins grande interférence de global à local sur l'EC exprimée en valeur absolue.

Cependant, le fait que les deux groupes aient subi l'effet du rythme moyen et de l'hétérogénéité sur leurs écarts d'estimation temporelle lors de comparaisons d'intervalles locaux

pour d'autres durées d'IID que 500 ms viendrait confirmer qu'une interférence de global à local est possible chez les autistes.

Effet du rythme moyen et de l'hétérogénéité du contexte global sur la fraction de Weber

La troisième hypothèse de cette étude prédisait un effet significatif du rythme moyen et de l'hétérogénéité du contexte global de la session sur la fraction de Weber chez le groupe contrôle, mais pas chez le groupe expérimental. Les résultats appuient cette hypothèse pour le facteur rythme moyen en ce qui concerne les IID de 400 et de 600 ms. Cependant, l'hétérogénéité n'a eu aucun effet significatif sur cette variable.

D'abord, les résultats pour les IID de base de 400 ms appuient l'hypothèse en ce qui a trait au facteur rythme moyen. Une interaction significative entre ce facteur et le groupe a été obtenue avec une grande taille d'effet, $\eta^2 = 0,543$, les scores de fraction de Weber des autistes étant significativement plus bas ($M = 0,134$, $ET = 0,023$) que ceux des non-autistes ($M = 0,174$, $ET = 0,042$) lorsque le rythme moyen est lent. Le contraste du test d'effet simple associé avait aussi une grande taille d'effet, $\eta^2 = 0,301$. Un effet d'interaction entre le groupe et le rythme moyen a aussi été obtenu pour les IID de 600 ms avec un effet de grande taille, $\eta^2 = 0,240$. Le contraste du test d'effet simple associé avait lui aussi une grande taille d'effet; $\eta^2 = 0,299$. Pour les sessions au rythme moyen rapide, les autistes ont obtenu une fraction de Weber plus petite ($M = 0,128$, $ET = 0,019$) que les neurotypiques ($M = 0,159$, $ET = 0,031$).

Cependant, les analyses des IID de 500 ms n'appuient pas l'hypothèse 3. Même si un effet d'interaction significatif a été obtenu entre le rythme moyen et le groupe sur la fraction de Weber (voir Tableau 10; Annexe I), les tests d'effets simples n'indiquaient de différence significative pour aucun des deux niveaux du facteur rythme moyen (voir Tableau 11; Annexe I).

En résumé, modifier le rythme moyen du contexte global de la session a eu un effet sur la fraction de Weber des participants du groupe contrôle, mais pas sur celle des autistes, pour deux durées d'IID sur les trois où ce facteur était à l'étude. Cela viendrait appuyer qu'une plus grande autonomie de la perception par rapport aux fonctions de haut niveau influence la sensibilité de discrimination temporelle des autistes.

Interprétation selon la perspective de l'Entrainement

Comme proposé précédemment pour la l'EC exprimée en valeur absolue, une hypothèse qui pourrait expliquer la moins grande augmentation de la fraction de Weber chez les autistes quand le rythme moyen de la session s'éloigne de l'IID de base serait la plus grande autonomie possible de l'attention analytique par rapport à l'attention orientée vers le futur. Ainsi, la sensibilité des oscillateurs internes serait moins affectée par l'harmonisation antérieure à d'autres rythmes.

Selon Drake et al. (2000), quand les différents rythmes du contexte global sont présentés, plusieurs niveaux hiérarchiques du système d'oscillateurs s'y synchronisent. Un schéma d'attentes se crée quant aux moments où un nouveau son va se produire et la sensibilité du participant s'accroît à ces moments précis. Ainsi, dans la présente expérience, l'harmonisation au nouveau rythme présenté deviendrait plus difficile pour les sujets contrôles, car leurs oscillateurs internes sont déjà synchronisés avec un rythme différent (Drake et al., 2000). Selon ces auteurs, plus le changement d'un rythme à l'autre est de grande amplitude, plus il est difficile pour les oscillateurs attentionnels de s'y adapter. Ceux-ci doivent donc prendre le temps de se reconfigurer via l'attention analytique pour adopter le nouveau rythme local présenté (Drake et al., 2000). Selon ces auteurs, cette forme de reconfiguration des oscillateurs internes demande davantage d'efforts que l'attention orientée vers le futur, basée sur les attentes préétablies. Cependant, chez les autistes, l'harmonisation à de nouveaux sons, qui relèverait davantage de l'attention analytique, serait possiblement plus facile et serait moins influencée par l'attention orientée vers le futur. Il serait pertinent d'effectuer davantage d'études basées sur le modèle de l'Entrainement auprès de personnes autistes pour confirmer cette possibilité.

Concernant l'effet inverse du facteur rythme moyen pour les IID de 600 ms, mentionné précédemment, les modèles de l'Entrainement arrivent à l'expliquer. Comme c'était le cas pour l'EC, cette inversion aurait lieu parce que les oscillateurs sont plus sensibles au rythme auquel ils ont été précédemment harmonisés, soit la moyenne de tous les rythmes de la session. Un schéma régulier d'attentes serait créé à partir de cette moyenne, et le système d'oscillateur interne deviendrait plus sensible à ce qu'un nouveau son survienne selon ce rythme attentionnel préétabli, mais moins pour les rythmes qui s'en éloignent.

Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.

En plus de diminuer l'amplitude de leurs erreurs d'estimation, la plus grande autonomie des processus perceptifs par rapport aux fonctions de haut niveau favorise la sensibilité de discrimination des autistes (Soulières et al., 2007). Leurs fonctions de haut niveau, via un mode attentionnel descendant, auraient une moins grande influence sur les systèmes attentionnels ascendants (Motton et al., 2006), ce qui expliquerait probablement leur meilleure sensibilité de discrimination temporelle dans la présente étude. Chez les non-autistes, modifier le rythme moyen de la session de façon à ce qu'il s'éloigne de l'IID de base était associé à une diminution de la sensibilité de discrimination, et ce, pour les IID de 400 et de 600 ms.

Meilleure perception du temps chez les autistes

La quatrième hypothèse de cette étude prédisait une meilleure perception du temps chez les autistes en général, caractérisée par des scores d'EC exprimée en valeur absolue plus près de zéro. Les résultats confirment cette hypothèse pour les IID de 400 ms et pour la moyenne de tous les IID de l'expérience.

Concernant l'effet principal du facteur groupe, pour les IID 400 ms, les autistes ($M = 8,160$ ms, $ET = 7,984$ ms) ont obtenu des scores d'EC exprimée en valeur absolue plus bas que les non-autistes ($M = 19,194$, $ET = 9,720$), avec une grande taille d'effet, $\eta^2 = 0,404$. C'est aussi le cas pour l'analyse comparant les moyennes des scores des deux groupes, pour l'ensemble des IID présents dans l'expérience, avec une taille d'effet entre faible et moyenne, $d' = -0,319$. Les autistes ont alors obtenu une EC exprimée en valeur absolue moyenne de 13,165 ms avec un écart-type de 11,606 ms, tandis que les sujets contrôles ont obtenu une moyenne de 17,484 ms avec un écart-type de 15,006 ms. La Figure 10 (voir Annexe S) permet d'avoir un aperçu des scores moyens des deux groupes pour tous les IID de l'expérience quant à l'EC exprimée en valeur absolue.

Interprétation selon la perspective de l'Entrainement.

Il se peut que, de façon générale, les oscillateurs internes des autistes s'adaptent avec plus de facilité aux nouveaux rythmes présentés. Il est probable que les autistes, vu leur plus grande facilité à traiter l'information perceptive (Mottron et al., 2006), utilisent davantage le mode attentionnel analytique que les non-autistes. Une autre possibilité est que chez les autistes, ce mode attentionnel du système d'oscillateurs internes fonctionne plus efficacement. Aussi, la plus grande

autonomie possible des deux modes qui régissent le système d'oscillateurs internes viendrait faciliter l'harmonisation à de nouveaux rythmes. Encore une fois, davantage d'études seraient nécessaires afin de valider ces hypothèses explicatives chez les autistes.

Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.

Les résultats appuient l'hypothèse de départ comme quoi les autistes seraient meilleurs que les non-autistes sur le plan de la perception du temps, peu importe les modifications dans le contexte global de la session. Cela est conforme au modèle du surfonctionnement perceptif. Selon Mottron et al. (2001), les autistes auraient des capacités supérieures sur le plan de la perception et de la mémoire, ce qui pourrait expliquer leurs meilleurs résultats. Ellis et Young (1988), affirment également que les autistes sont meilleurs dans toutes les tâches impliquant les processus perceptifs. Les scores d'EC exprimée en valeur absolue suggèrent que cette capacité s'applique à la perception temporelle, via la faculté auditive. Selon Mottron et al. (2006), la perception chez les autistes n'est pas seulement intacte, c'est-à-dire égale à celle des non-autistes, mais elle serait supérieure, à la fois dans des situations de laboratoire et de la vie courante.

Meilleure sensibilité de discrimination temporelle chez les autistes

La cinquième hypothèse de la présente étude prédisait une meilleure sensibilité de discrimination temporelle chez les autistes, se manifestant par une plus petite fraction de Weber. Les résultats confirment cette hypothèse. Pour les IID de 300 ms, avec un effet de grande taille, $\eta^2 = 0,39$, le facteur groupe a eu une incidence significative sur la fraction de Weber (voir Tableau 27; Annexe M). Les autistes ont obtenu une fraction de Weber moyenne de 0,140 avec un écart-type de 0,018, tandis que le groupe contrôle a obtenu une fraction de Weber moyenne de 0,201 avec un écart-type de 0,061. Un résultat semblable a été obtenu avec les IID de 700 ms, encore une fois avec une grande taille d'effet, $\eta^2 = 0,202$ (voir Tableau 33; Annexe M), les autistes ayant obtenu une fraction de Weber plus petite ($M = 0,137$ $ET = 0,018$), que les non-autistes ($M = 0,169$, $ET = 0,050$) C'est aussi le cas pour la moyenne de l'ensemble des IID de l'expérience, avec une taille d'effet entre moyenne et grande, $d' = -0,640$ (voir Tableau 36; Annexe M). En effet, les autistes ont obtenu une fraction de Weber moyenne de 0,138 avec un écart-type de 0,021, tandis que les non-autistes ont obtenu une fraction de Weber moyenne de 0,163 avec un écart-type de

0,048. La Figure 11, présentée à l'Annexe S, permet de visualiser l'évolution des scores des deux groupes pour l'ensemble des IID de à l'étude.

Il est intéressant de noter que les valeurs de la fraction de Weber obtenues sont un peu plus élevées que ce que l'on rencontre parfois dans la littérature pour les durées autour de 500 ms. Pour l'audition, la fraction de Weber varie souvent de 5 à 10 % (Grondin, 1993, 2010b). Cela révèle probablement que la variation de l'IID d'un essai à l'autre, adoptée dans la présente étude, contribue à faire diminuer le niveau de discrimination.

Interprétation selon la perspective de l'Entrainement.

Les résultats appuient une meilleure sensibilité de discrimination chez les autistes, ce qui va de pair avec leurs meilleures capacités perceptives. Si l'on interprète ce résultat selon la perspective de l'Entrainement, il est possible que l'harmonisation se fasse plus rapidement chez les personnes autistes, donc, que leurs oscillateurs internes nécessitent moins de temps pour s'adapter aux nouveaux rythmes locaux présentés. Cela améliorerait, par le fait même, leur sensibilité. Également, la plus grande autonomie possible des modes attentionnels du système d'oscillateurs internes aurait probablement un rôle à jouer sur le plan de la sensibilité à de nouveaux sons entrant.

Interprétation selon le modèle du surfonctionnement perceptif.

Selon Caron et al. (2006) et Plaisted et al. (1998), les autistes seraient meilleurs que le reste de la population dans une gamme de tâches perceptives, dont la discrimination. Mottron et al. (2006) vont dans le même sens et affirment que les autistes ont une meilleure discrimination de bas niveau, c'est-à-dire qu'ils seraient meilleurs pour discriminer des dimensions physiques comme les sons et les aspects visuels et texturaux. Selon Mottron et Burack, 2001, cela serait valide autant concernant la perception visuelle qu'auditive. Ce phénomène s'expliquerait par un fonctionnement plus élevé ainsi qu'une connectivité supérieure des régions cérébrales typiquement impliquées dans la perception et le traitement local de l'information (Mottron et al., 2006; Belmonte et al., 2004).

Autres résultats pertinents

Effet principal du facteur groupe sur l'EC.

Pris individuellement, le facteur groupe a eu une influence significative sur le déplacement de l'EC pour les IID de 500 ms, avec une grande taille d'effet, $\eta^2 = 0,481$ (voir Figure 10; Annexe S). Ce résultat indique que les participants neurotypiques ($M = 12,827$ ms, $ET = 15,759$ ms) ont eu davantage tendance à sous-estimer les intervalles de comparaison que les autistes ($M = -1,060$ ms, $ET = 11,808$ ms). Un résultat semblable a aussi été obtenu avec les IID de 400 ms avec, encore une fois, un effet de grande taille, $\eta^2 = 0,115$ (voir Tableau 15; Annexe K). Pour cette durée d'IID, les neurotypiques ont obtenu une EC moyenne de 16,851 ms avec un écart-type de 12,049 ms, alors que les autistes ont obtenu une EC moyenne de 6,597 ms avec un écart-type de 9,382 ms.

Une interprétation possible de la tendance des non-autistes à sous-estimer les intervalles de comparaison par rapport aux autistes est qu'ils ne portaient pas le même degré d'attention au temps durant la tâche. L'un des deux groupes était possiblement davantage centré sur les comparaisons d'intervalles temporels, tandis que l'autre était peut-être plus distrait par des facteurs externes non reliés au temps. Selon Grondin (2010a), étant donné que les ressources attentionnelles d'une personne sont limitées, consacrer davantage d'attention aux aspects non temporels vient diminuer l'attention portée au temps. Quand une personne porte davantage attention au temps, elle a tendance à moins faire d'erreurs de discrimination et elle perçoit les durées comme étant plus longues (Casini, 1992; Grondin & Macar, 1992; Macar et al., 1994). Cela se reflète par une surestimation des intervalles de comparaison, comme ce fut le cas ici pour le groupe autiste comparativement au groupe contrôle.

Limites et implications futures

La principale limite de cette étude est que les résultats de plusieurs participants n'ont pu être conservés pour les analyses statistiques. Divers facteurs, tels que le désistement en cours de route et l'échec à suivre les instructions, sont en cause. Par conséquent, l'ordre de passation des sessions expérimentales n'a pas pu être contrebalancé parfaitement malgré les mesures qui ont été prises au départ. Aussi, certains facteurs individuels n'ont pas pu être appariés de façon totalement égale entre les participants, tels le QI, le genre et l'âge.

En effet, l'âge des participants des deux groupes différait significativement dans toutes les conditions de cette étude. Normalement, plus une personne vieillit, plus les mécanismes internes responsables de sa perception du temps ralentissent (Drake et al; 2000; Mioni et al., 2019; Prebal et al., 2002). L'étude de Mioni et al. (2019), administrée à 180 individus entre 19 et 87 ans, se penche sur l'influence de l'âge sur la discrimination d'intervalles pour des durées allant jusqu'à deux secondes. Comme tendance générale, cette étude rapporte une diminution graduelle du pourcentage de réponses correctes à mesure que l'âge des participants augmente (Mioni et al., 2019). Selon ces auteurs, cela serait principalement lié à une diminution de la vitesse du traitement de l'information. Cependant, dans la présente étude, cette caractéristique ne semble pas avoir affecté la performance des participants, car c'est le groupe le plus âgé, soit les autistes, qui a obtenu les moins grands d'écarts d'estimation.

Si l'on compare cette étude avec d'autres expériences semblables, la perte de participants en cours de route ainsi que la difficulté de ceux-ci à bien appliquer la consigne était aussi un obstacle. Une récente étude de Cheng et Creel (sous presse), qui reproduit des études semblables à celle de Jones et McAuley (2005), a aussi rapporté que de nombreux participants ne pouvaient être retenus pour les analyses statistiques. Dans leur première expérience, Cheng et Creel ont perdu 15 participants neurotypiques sur 63. Dans leur deuxième expérience, 8 participants sur 56 n'ont pu être retenus. Avec un niveau de complexité semblable, la présente expérience était beaucoup plus longue que celles de ces auteurs, ce qui risquait encore plus de mener à la perte de participants. Dans une étude future, il serait raisonnable de réduire l'investigation de moitié en ne considérant que le facteur rythme moyen (donc en ignorant le facteur hétérogénéité), car c'était celui qui générait le plus souvent un effet significatif.

Au final, malgré le taux de désistement élevé dans la présente étude, le nombre de participants par session était comparable à celui de l'étude de Jones et McAuley (2005), qui ont obtenu un effet significatif du contexte avec des groupes comportant entre 9 et 11 participants pour chaque session expérimentale avec un devis inter-sujets.

Ensuite, une autre variable qui pourrait avoir influencé les résultats de cette étude est la présence ou non d'un IID renforçateur du rythme moyen de la session (Jones & McAuley, 2005). En effet, certaines sessions comportaient un IID égal à la moyenne arithmétique, ce qui venait

renforcer le rythme des oscillateurs internes, tandis que d'autres n'en contenaient pas. Étant donné le petit nombre de conditions de l'expérience originale qui ont été utilisées dans cette étude, il était difficile de contrôler cette variable, mais il faudrait y procéder si cette étude devait être reproduite.

Un autre point qui pourrait bonifier cette étude est de faire valider une seconde fois le diagnostic des participants par un psychiatre ou par un neuropsychologue d'expérience spécialisé en autisme. Avoir un second avis permettrait de mieux s'assurer que le groupe expérimental est bien distinct du groupe contrôle sur cette variable. Selon une méta-méta-analyse faite par Rødgaard, Jensen, Vergnes, Soulières et Mottron (2019), le diagnostic d'autisme, même lorsqu'administré par des professionnels, est devenu de plus en plus libéral avec les années, et d'autres conditions sont parfois confondues avec celui-ci. Selon ces auteurs, avec les critères actuels, le diagnostic d'autisme n'est pas basé sur un biomarqueur qui permettrait de distinguer l'ensemble de cette population.

Ainsi, il serait intéressant de vérifier si les résultats de cette expérience peuvent être reproduits pour n'importe quel niveau de diagnostic TSA⁶. Cela permettrait de confirmer si une meilleure sensibilité de discrimination temporelle, caractérisée par une plus grande autonomie par rapport à l'influence des fonctions de haut niveau, s'avère une particularité présente chez l'ensemble des autistes.

Finalement, dans les conditions idéales, la présente étude pourrait être couplée à des mesures d'imagerie cérébrale avant et pendant toutes les conditions, afin de vérifier quelles zones du cerveau chez les deux groupes sont impliquées dans la perception du temps. Cette mesure permettrait de mieux documenter l'influence du surfonctionnement perceptif.

⁶ Le DSM-V attribue un diagnostic d'autisme de niveau 1 à 3, selon l'ampleur du besoin de soutien de la personne (APA, 2013).

Conclusion

Pour conclure, cette étude vient ajouter à la littérature en perception du temps chez la population autiste, pour une tâche de comparaison d'intervalles sous la seconde. L'objectif était de documenter en quoi modifier les propriétés du contexte global d'une session expérimentale influençait la perception d'intervalles locaux intégrés dans celle-ci, et ce, chez un groupe de participants autistes et un groupe contrôle. Le but sous-jacent était de vérifier si le biais local en l'absence de déficit du traitement global, caractérisé par une plus grande autonomie de la perception par rapport aux fonctions de haut niveau, pouvait contribuer à expliquer le profil de perception temporelle des autistes.

L'étude a montré que les deux groupes sont sujets aux modifications du rythme moyen de la session. Par ailleurs, il semble que la perception du temps soit plus autonome par rapport aux fonctions de haut niveau chez les autistes que chez les contrôles, même s'il persiste une influence du contexte global chez les deux groupes. Cette autonomie était soutenue tant par les résultats pour l'EC exprimée en valeur absolue que pour la fraction de Weber. D'abord, l'EC des deux groupes a été sujette aux modifications du rythme moyen de la session pour les IID de 400 et de 500 ms. Ensuite, si l'on se penche sur l'EC exprimée en valeur absolue, l'analyse des IID de 500 ms indique une perception du temps plus autonome par rapport aux fonctions de haut niveau chez les autistes. Cependant, les résultats obtenus pour cette variable montrent également une influence du contexte global chez le groupe expérimental pour les IID de 400 et de 600 ms (influence du rythme moyen) et de 300 ms (influence de l'hétérogénéité). En ce qui concerne la fraction de Weber, les résultats appuient la plus grande autonomie de la discrimination par rapport aux fonctions de haut niveau pour IID de 400 et de 600 ms.

De plus, tel que supposé au départ, les résultats confirment une meilleure perception temporelle chez les autistes. Ceux-ci ont obtenu une EC exprimée en valeur absolue plus basse pour la moyenne de toutes les durées d'IID à l'étude, ainsi que pour les IID de 400 ms. Également, les autistes ont obtenu une meilleure sensibilité de discrimination, ou une fraction de Weber plus petite, pour la moyenne des durées à l'étude ainsi que pour deux des durées spécifiques, soit les IID de 300 ms et de 700 ms.

Il est possible d'expliquer les résultats à partir de deux différents modèles. D'abord, le modèle de l'Entrainement permet de comprendre que les différents rythmes présents dans une session viennent modifier la phase et la période des oscillateurs internes dans leur direction. Cependant, dans certaines conditions, cette influence serait moins grande chez les autistes. Quant au modèle du surfonctionnement perceptif, il affirme qu'une inférence de global à local est possible chez les autistes, mais que dans d'autres circonstances, la plus grande autonomie de la perception par rapport aux fonctions de haut niveau vient limiter les effets perturbateurs du contexte. Ce modèle viendrait également expliquer la perception du temps plus juste rencontrée chez les autistes, combinée à leur meilleure sensibilité de discrimination.

Globalement, ce mémoire documente le rôle des processus ascendants et descendants dans la perception du temps des autistes ainsi que leur profil d'interaction distinctif. Au final, il suggère que les autistes auraient un style d'attentes temporelles plus analytique, ou orienté vers les nouveaux sons entrants, qui dépendrait moins des attentes futures, causées par un contexte global, relatives au moment où un nouveau son doit se produire.

Références

- Allman, M. J. & DeLeon, I. G. (2009). No time like the present: Time perception in autism. Dans A.C. Giordano & V.A. Lombardi (Eds.), *Causes and risks for autism* (pp. 65 – 76). New York: NovaScience.
- Allman, M. J., DeLeon, I. G. & Wearden, J. H. (2011). Psychophysical assessment of timing in individuals with autism. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, 11(2), 165 – 178.
- American Psychiatric Association (2013). *DSM-5. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, fifth edition*. London, England: American Psychiatric Publishing.
- Attwood, T. (2007). *Le syndrome d'Asperger guide complet*. Montréal, Canada: Chenelière Éducation.
- Bailey, N. & Areni, C. S. (2006) When a few minutes sound like a lifetime: Does atmospheric music expand or contract perceived time? *Journal of Retailing*, 82(3), 189 – 202.
- Barnes, R. & Jones, M. R. (2000). Expectancy, attention, and time. *Cognitive Psychology*, 41(3), 254 – 31.
- Belleville, S., Ménard, E., Mottron, L., & Ménard, M.-C. (2006). Working memory in autism. Dans Alloway, T. P. & Gathercole, S. E. (Eds.), *Working Memory and Neurodevelopmental Disorders*, (pp. 213 – 238). New York, États-Unis: Psychology Press.
- Belmonte, M. K., Allen, G., Beckel-Mitchener, A., Boulanger, L. M., Carper, R. A. & Webb, S. J. (2004). Autism and abnormal development of brain connectivity. *The Journal of Neuroscience*, 24(42), 9228 – 9231.
- Bisson, N., Tobin, S. & Grondin, S. (2009). Remembering the duration of joyful and sad musical excerpts. *NeuroQuantology*, 7, 46 – 57.
- Booth, R. & Happé, F. (2010). “Hunting with a knife and ... fork”: Examining central coherence in autism, attention deficit/hyperactivity disorder, and typical development with a linguistic task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 107(4), 377 – 393.
- Boucher, J., Pons, F., Lind, S., & Williams, D. (2007). Temporal cognition in children with autistic spectrum disorders: Tests of diachronic thinking. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(8), 1413 – 1429.
- Bouvet, L., Simard-Meilleur, A. A., Paignon, A., Mottron, L. & Donnadieu, S. (2013). Auditory local bias and reduced global interference in autism. *Cognition*, 131(3), 367 – 372.
- Brosnan, M. J., Scott, F. J., Fox, S., & Pye, J. (2004). Gestalt processing in autism: Failure to process perceptual relationships and the implications for contextual understanding. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(3), 459 – 469.

- Caron, M.-J., Mottron, L., Berthiaume, C., & Dawson, M. (2006). Cognitive mechanisms, specificity and neural underpinnings of visuospatial peaks in autism. *Brain: A Journal of Neurology*, *129*(7), 1789 – 1802.
- Casassus, M., Poliakoff, E., Gowen, E., Poole, D. & Jones, L. A. (2019). Time perception and autistic spectrum condition: A systematic review. *Autism Research*. *12*(10), 1440 – 1462.
- Casini, L., Macar, F., & Grondin, S. (1992). Time estimation and attentional sharing. Dans F. Macar, V. Pouthas, & W. Friedman (éds), *Time, Action, Cognition: Towards Bridging the Gap* (pp. 177 – 180). Dordrecht, Pays-Bas : Kluwer. doi.org/10.1007/978-94-017-3536-0_20
- Cheng, T. Z. & Creel, S. C. (sous presse). The interplay of interval models and entrainment models in duration perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- De Montalembert, M., Coulon, N., Cohen, D., Bonnot, O. & Tordjman, S. (2016). Time perception of simultaneous and sequential events in early-onset schizophrenia. *Neurocase*, *22*(4), 392 – 399.
- Deng, W., Zou, X., Deng, H., Li, J., Tang, C., Wang, X. & Guo, X. (2015). The relationship among genetic heritability, environmental effects, and autism spectrum disorders: 37 pairs of ascertained twin study. *Journal of Child Neurology*, *30*(13), 1794 – 1799.
- Deruelle, C., Rondan, C., Gepner, B. & Tardif, C. (2004). Spatial frequency and face processing in children with autism and Asperger syndrome, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*(2) 199 – 210.
- Droit-Volet, S. & Wearden, J. (2003). Les modèles d'horloge interne en psychologie du temps. / Internal clock models in the psychology of time. *L'Année Psychologique*, *103*(4), 617 – 654.
- Dionisi, J.-P. (2013). Le programme TEACCH : des principes à la pratique, *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*, *61*(4), 236 – 242.
- Drake, C., Jones, M. R. & Baruch, C. (2000). The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending. *Cognition* *77*(3), 251 – 288.
- Falter, C. M., Noreika, V., Wearden, J. H. & Bailey, A. (2012). More consistent, yet less sensitive: Interval timing in autism spectrum disorders. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *65*(11), 2093 – 2107.
- Flanagan, J. (2018). Royals sign El-About, outfielder with autism 25-year-old former collegian, independent-league player to join extended spring training. MLB News, récupéré de: <https://www.mlb.com/news/tarik-el-about-autistic-outfielder-signs-c272058962>.

- Foxton, J. M., Stewart, M. E., Barnard, L., Rodgers, J., Young, A. H., O'Brien, G. & Griffiths, T. D. (2003). Absence of auditory 'global interference' in autism. *Brain: A Journal of Neurology*, 126(12), 2703 – 2709.
- Frith, U. (1989). *Autism: explaining the Enigma*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 423, 52 – 77.
- Gil S., Chambres P., Hyvert C., Fanget M. & Droit-Volet, S. (2012). Children with autism spectrum disorders Have “the working raw material” for time perception. *PLoS ONE* 7(11), Article e49116, doi:10.1371/journal.pone.0049116
- Gilden, D. L., & Marusich, L. R. (2009). Contraction of time in attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, 23, 265 – 269. doi:10.1037/a0014553
- Gowen, E., & Miall, R.C. (2005). Behavioural aspects of cerebellar function in adults with Asperger syndrome. *Cerebellum*, 4(4), 279 – 289.
- Gras-Vincendon, A., Mottron, L., Salamé, P., Bursztein, C. & Danion, J.-M. (2007). Temporal context memory in high-functioning autism. *SAGE Publications and The National Autistic Society*, 11(6), 523 – 534.
- Grill-Spector, K. & Malach, R. (2004). The human visual cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 649 – 677.
- Grondin, S. (1993). Duration discrimination of empty and filled intervals marked by auditory and visual signals. *Perception & Psychophysics*, 54, 383-394.
- Grondin, S. (2010a). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72(3), 561 – 582.
- Grondin, S. (2010b). Unequal Weber fractions for the categorization of brief temporal intervals. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72, 1422 – 1430.
- Grondin, S. (2018). *Le temps psychologique en questions*. Québec : Les Presses de l'Université Laval / Paris : Éditions Hermann.
- Grondin, S. (2019). *Psychologie de la perception, 2e édition*. Québec : Les Presses de l'Université Laval / Paris : Éditions Hermann.
- Grondin, S., & Macar, F. (1992). Dividing attention between temporal and nontemporal tasks: A performance operating characteristic - POC - analysis. Dans F. Macar, V. Pouthas, & W. Friedman (éds), *Time, Action, Cognition: Towards Bridging the Gap* (pp. 119 – 128). Dordrecht, Pays-Bas : Kluwer. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-3536-0_14

- Grondin, S., Laflamme, V. & Mioni, G. (2015). Do not count too slowly: Evidence for a temporal limitation in short-term memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22, 863 – 868.
- Grondin, S., Pouthas, V., Samson, S. & Roy, M. (2006). Mécanismes et désordres liés à l'adaptation au temps. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 47, 170 – 183.
- Guegen, N. & Jacob, C. (2002). The Influence of music on temporal perceptions in an on-hold waiting situation. *Psychology of Music*, 30(2), 210 – 214.
- Happé, F. (1996). Studying Weak Central Coherence at low levels: children with autism do not succumb to visual illusions. A research note.
- Happé, F., & Frith, U. (2006). The Weak Coherence Account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 5 – 25. doi:0.1007/s10803-005-0039-0
- Hon Kei Yip, B., Bai, D. Mahjani, B., Klei, L., Pawitan, Y., Hultman, C. M., Grice, D. E., Roeder, K., Buxbaum, J. D., Devlin, B., Reichenberg, A. & Sandi, S. (2018). Heritable variation, with little or no maternal effect, accounts for recurrence risk to autism spectrum disorder in Sweden. *Biological Psychiatry*, 83(7), 589 – 597.
- Jacalyn, G., Mottron, L., Berthiaume, C. & Bertone, A. A. (2016). Developmental perspective of global and local visual perception in autism spectrum disorder. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 49(7), 2706 – 2720.
- James, I. (2006). *Asperger's syndrome and high achievement: some very remarkable people*, London; Philadelphia: Jessica Kingsley.
- Jones, M. R., & McAuley, J. D. (2005). Time judgments in global temporal contexts. *Perception & Psychophysics*, 67(3), 398 – 417.
- Jones, M. R., & Yee, W. (1997). Sensitivity to time change: The role of context and skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(3), 693 – 709.
- Just, M. A., Cherkassky, V. L., Keller, T. A., & Minshew, N. J. (2004). Cortical activation and synchronization during sentence comprehension in high-functioning autism: Evidence of underconnectivity. *Brain: A Journal of Neurology*, 127(8), 1811 – 1821.
- Kelly, T., & Howie, L. (2007). Working with stories in nursing research: Procedures used in narrative analysis. *International Journal of Mental Health Nursing*, 16(2), 136 – 144.
- Kennedy, R. (2016). How Sweden's Linus Soderstrom is living – and thriving – with Asperger syndrome. *The Hockey News*, Toronto, récupéré de: <https://thehockeynews.com/news/article/how-swedens-linus-soderstrom-is-living-and-thriving-with-asperger-syndrome>

- Lehrer, J. (2009). The autistic surfer, *The Atlantic*, récupéré de: <https://www.theatlantic.com/daily-dish/archive/2009/09/the-autistic-surfer/196947/>
- Liu, Y., Cherkassky, V. L., Minshew, N. J. & Just, M. A. (2011). Autonomy of lower-level perception from global processing in autism: Evidence from brain activation and functional connectivity, *Neuropsychologia*, 49(7), 2105 – 2111.
- Macar, F., Grondin, S., & Casini, L. (1994). Controlled attention sharing influences time estimation. *Memory & Cognition*, 22(6), 673 – 686.
- Maister, L. & Plaisted-Grant, K. C. (2011). Time perception and its relationship to memory in autism spectrum conditions. *Developmental Science*, 14(6), 1311 – 1322.
- Martin, J. S., Poirier, M., & Bowler, D. M. (2010). Brief report: Impaired temporal reproduction performance in adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(5), 640 – 646.
- Mazzone, L., Ruta, L. & Reale, L. (2012). Psychiatric comorbidities in Asperger syndrome and high functioning autism: Diagnostic challenges. *Annals of General Psychiatry*, 11. Article 16.
- McAuley, J. D. & Jones, M. R. (2003). Modeling effects of rhythmic context on perceived duration: A comparison of interval and entrainment approaches to short-interval timing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(6), 1102 – 1125.
- McAuley, J. D. & Kidd, G. R. (1998). Effect of deviations from temporal expectations on tempo discrimination of isochronous tone sequences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(6), 1786 – 1800.
- Mioni, G., Cardullo, S., Ciavarelli, A., & Stablum, F. (2019). Age-related changes in time discrimination: The involvement of inhibition, working memory and speed of processing. *Current Psychology: A Journal for Diverse Perspectives on Diverse Psychological Issues*. Advance online publication. Récupéré de : <https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1007/s12144-019-00170-8>.
- Mioni, G., Stablum, F., Prunetti, E. & Grondin, S. (2016). Time perception in anxious and depressed patients: A comparison between time reproduction and time production tasks. *Journal of Affective Disorders*, 196, 154 – 163.
- McElwain, J. & Paisner, D. (2009). *The game of my life: A true story of challenge, triumph, and growing up autistic*. New-York: New American Library.
- Mitchell, P., Mottron, L., Soulières, I., & Ropar, D. (2010). Susceptibility to the Shepard illusion in participants with autism: Reduced top-down influences within perception? *Autism Research*, 3(3), 113 – 119.

- Mostofsky, S. H., Goldberg, M. C., Landa, R. J. & Denckla, M. B. (2000). Evidence for a deficit in procedural learning in children and adolescents with autism: Implications for cerebellar contribution. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(7), 752 – 759.
- Mottron, L., Belleville, S. & Ménard, E. (1999). Local bias in autistic subjects as evidenced by graphic tasks: Perceptual hierarchization or working memory deficit? *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 40(5) 743 – 755.
- Mottron L. & Burack, J. A. (2001). Enhanced perceptual functioning in the development of autism. Dans: Burack, J. A., Charman, T., Yirmiya, N., & Zelazo, P. R. (Eds), *The Development of Autism: Perspectives from Theory and Research*, (pp. 131 – 148). Mahwah, NJ, Erlbaum.
- Mottron, L., Burack, J. A., Iarocci, G., Belleville, S. & Enns, J. T. (2003). Locally oriented perception with intact global processing among adolescents with high-functioning autism: Evidence from multiple paradigms. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(6), 904 – 913.
- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B. & Burack, J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: An update, and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 27 – 43.
- Mottron, L., Peretz, I., Belleville, S. & Rouleau, N. (1999). Absolute pitch in autism: A case study. *Neurocase*, 5(6), 485 – 501.
- Mottron, L., Peretz, I. & Ménard, E. (2000). Local and global processing of music in high-functioning persons with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(8), 1057 – 1068.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9(3), 353 – 383.
- Oakes, S. (2003). Music Tempo and Waiting Perceptions. *Psychology and Marketing*, 20(8) (2003), 685 – 706.
- Ozonoff, S., Strayer, D. L., McMahon, W. M. & Filloux, F. (1994). Executive function abilities in autism and Tourette syndrome: An information processing approach. *Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 35(6), 1015 – 1032.
- Perbal, S., Droit-Volet, S., Isingrini, M., & Pouthas, V. (2002). Relationships between age-related changes in time estimation and age-related changes in processing speed, attention and memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 9(3), 201–216.
- Plamondon, M., & Grondin, S. (2020). Counting fast or slow, aloud or silently? A comparison of adult stutterers and non-stutterers. *Cognitive Processing*. <https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1007/s10339-020-00955-x>

- Plummer, C. & Humphrey, N. (2009). Time perception in children with ADHD: The effects of task modality and duration. *Child Neuropsychology*, 15(2), 147 – 162.
- Quintin, M. E., Bhatara, A., Poissant, H., Fombonne, E. & Levitin, D. J. (2013). Processing of musical structure by high-functioning adolescents with autism spectrum disorders, *Child Neuropsychology* 19(3), 250 – 275.
- Rane, P., Cochran, D., Hodge, S. M., Haselgrove, C., Kennedy, D. N. & Frazier, J. A. (2015). Connectivity in autism: A review of fMRI connectivity studies. *Harvard Review of Psychiatry*, 23(4), 223 – 244.
- Rødgaard E, Jensen K, Vergnes J, Soulières I, & Mottron L. (2019). Temporal changes in effect sizes of studies comparing individuals with and without autism: A meta-analysis. *JAMA Psychiatry*. 76(11):1124 – 1132.
- Roy, M., Grondin, S. & Roy, M.-A. (2012). Time perception disorders are related to working memory impairment in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 200, 159 – 166.
- Rubenstein, J. L. & Merzenich, M. M. (2003). Model of autism: increased ratio of excitation/inhibition in key neural systems. *Genes, Brain & Behavior*, 2(5), 255 – 267.
- Ruibal, S. (2009). Surfer Marzo rides the waves of the ocean and autism, *USA Today*, récupéré de: http://usatoday30.usatoday.com/sports/action/2009-09-27-marzo-surfer-autism-aspergers_N.htm
- Samson, F. Mottron, L. Jemel, B. Belin, P. & Ciocca, V. (2006). Can spectro-temporal complexity explain the autistic pattern of performance on auditory tasks? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(1), 65 – 76.
- Samson, F., Hyde, K. L., Bertone, A., Soulières, I., Mendrek, A., Ahad, P., Mottron, L., & Zeffiro, T. A. (2011). Atypical processing of auditory temporal complexity in autistics, *Neuropsychologia*, 49(3), 546 – 555.
- Santacà, M., Miletto Petrazzini, M. E., Agrillo, C. & Wilkinson, A. (2020). Exploring the Müller-Lyer illusion in a nonavian reptile (*Pogona vitticeps*). *Journal of Comparative Psychology*. Advance online publication. récupéré de: <https://doi-org.acces.bibl.ulaval.ca/10.1037/com0000222>
- Schauer, D. P., & Eckman, M. H. (2014). The use of z scores in probabilistic sensitivity analyses. *Medical Decision Making*, 34(3), 403–406.
- Soulières, I., Hubert, B., Rouleau, N., Gagnon, L., Tremblay, P., Seron, X. & Mottron, L. (2010). Superior estimation abilities in two autistic spectrum children. *Cognitive Neuropsychology*, 27(3), 261 – 276.
- Soulières, I., Mottron, L., Saumier, D. & Larochelle, S. (2007). Atypical categorical perception in autism: Autonomy of discrimination? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(3), 481 – 490.

- Stevenson, R. A., Sun, S. Z., Hazlett, N., Cant, J. S., Barense, M. D. & Ferber, S. (2016). Seeing the forest and the trees: Default local processing in individuals with high autistic traits does not come at the expense of global attention. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48, 1382 – 1396.
- Szelag, E., Kowalska, J., Galkowski, T. & Pöppel, E. (2004). Temporal processing deficits in high-functioning children with autism. *British Journal of Psychology*, 95(3), 269 – 282.
- Tervaniemi, M., Kruck, S., De Baene, W., Schröger, E., Alter, K. & Friederici, A. D. (2009). Top-down modulation of auditory processing: effects of sound context, musical expertise and attentional focus, *European Journal of Neuroscience*, 30(8), 1636 – 1642.
- Treisman, M., Faulkner, A., Naish, P. L. & Brogan, D. (1990). The internal clock: Evidence for a temporal oscillator underlying time perception with some estimates of its characteristic frequency. *Perception*, 19(6), 705 – 743.
- Turner, J. R. (2013) Standard Normal (Z) Distribution. Dans: Gellman M.D., Turner J.R. (eds) *Encyclopedia of Behavioral Medicine*. Springer, New York, NY, États-Unis., Récupéré sur: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1005-9_1075
- Wallace, G. L. & Happé, F. (2008). Time perception in autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2(3) 447 – 455.
- Wang, L., Mottron, L., Peng, D., Berthiaume, C. & Dawson, M. (2007). Local bias and local -to-global interference without global deficit: A robust finding in autism under various conditions of attention, exposure time, and visual angle. *Cognitive Neuropsychology*, 24(5), 550 – 574.

Annexe A : Comparaison des principales études évaluant la perception temporelle des autistes

Tableau 1

Caractéristiques des participants, type de tâche, durées à l'étude ainsi que conclusions et spécifications des principales études évaluant la perception temporelle des autistes.

Étude	Participants : nombre, âge et quotient intellectuel (QI)	Type de tâche	Durées à l'étude (s)	Conclusions et spécifications
Autistes moins bons que non-autistes				
Allman et al. (2011)	13 autistes et 12 sujets contrôles Enfants QI autistes : 92 (<i>ET</i> = 17,13) QI sujets contrôles : 109,8 (<i>ET</i> = 18,14)	Bissection temporelle	1 – 8	Le groupe autiste tend à avoir plus de difficulté pour les durées plus longues.
Gowen et Miall (2005)	12 autistes et 12 participants contrôles Adultes	Continuation rythmique (taper un rythme)	0,4 – 0,8	Autistes moins exacts et scores plus variables que contrôles.

QI participants contrôles : 112,42

(*ET* = 15,92)

Maister et al. (2011)	21 autistes et 21 participants contrôles Enfants QI autistes : 102 (<i>ET</i> = 11,3) QI participants contrôles : 111,3 (<i>ET</i> = 11,6)	Reproduction	0,5 – 45	Difficulté entre 0,5 à 2 s (probablement expliqué par des difficultés d'attention divisée dans cette tâche précise). Pas de déficit entre 4 et 30 s. Difficultés pour durées de 45 s.
Martin et al. (2010)	20 autistes et 20 sujets contrôles Adultes QI autistes : 106 (<i>ET</i> = 17,3) QI sujets contrôles : 108 (<i>ET</i> = 16,4)	Reproduction	0,5 – 4,1	Autistes = contrôles pour durées très courtes. Pour durées entre 1,7 s et plus, autistes moins bons. Plus la durée augmentait, moins ils étaient bons.

Szelag et al. (2004)	7 autistes et 7 sujets contrôles Enfants, adolescents QI autistes : 90 – 116,5 QI participants contrôles : 95 – 145	Reproduction	1 – 55	Autistes produisaient toujours des durées de 3 secondes, peu importe la durée qui devait être reproduite.
Performance des autistes égale à celle des non-autistes				
Falter et al. (2012)	25 autistes et 25 sujets contrôles, Jeunes adultes QI autistes : 112 (<i>ET</i> = 13) QI participants contrôles : 113 (<i>ET</i> = 8)	Comparaison	0,5 – 1,5	Autistes performaient aussi bien que contrôles, meilleurs que contrôles pour respecter l'échelle et les proportions temporelles, mais moins bonne sensibilité de discrimination.
Gil et al. (2012)	17 autistes et 12 sujets contrôles Enfants, adolescents QI autistes : 94,37 (<i>ET</i> = 22,39)	Bissection temporelle	0,5 – 17	Très bonne capacité de discrimination entre deux durées chez les autistes.

QI sujets contrôles : 101,45 (*ET* =
 19,49)

Pas de différence significative
 entre autistes et sujets contrôles.
 Pas plus de variabilité dans le
 groupe autiste que dans le
 groupe contrôle.

Mostofsky et al. (2000)	11 autistes et 17 sujets contrôles Adolescents QI autistes : 101 (81 – 132) QI sujets contrôles : 105 (80 – 133)	Comparaison	0,5 – 1,5	Aucun déficit trouvé.
--------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------	-----------	-----------------------

Autistes meilleurs que non-autistes

Soulières et al. (2010)	Deux autistes et 6 participants contrôles Adolescents QI autistes : 111 – 115 QI sujets contrôles : 110 (<i>ET</i> = 3,9)	Estimation	15 – 95	Premier participant autiste égal aux contrôles et deuxième meilleur que contrôles. Alternances de tâches à l'ordinateur et sans ordinateur pour prévenir la fatigue. Pauses fréquentes prévues.
Wallace et Happé (2008)	25 autistes et 25 sujets contrôles QI autistes : 96 (<i>ET</i> = 22) QI participants contrôles : 100 (<i>ET</i> = 16,04)	Estimation verbale, reproduction, et production	2 – 45	Aucun déficit trouvé. Autistes aussi bons que sujets contrôles en estimation verbale. Autistes meilleurs que sujets contrôles en reproduction.

Annexe B : Caractéristiques sociodémographiques des participants

Tableau 2

Caractéristiques sociodémographiques des participants pour chaque IID de base et test t sur l'âge en fonction du groupe.

IID de base (ms)	Groupe	n	Âge moyen	Minimum	Maximum	Écart-type	t	dl	p (bilatéral)	d'
200	Autiste	8 (3 F, 5 H)	36,375	29	45	5,012	3,672	11	0,004	1,466
	Contrôle	5 (2 F, 3 H)	25,800	20	32	5,119				
300	Autiste	8 (3 F, 5 H)	35,625	29	45	5,012	4,773	16	0,000	1,518
	Contrôle	10 (6 F, 4 H)	25,400	20	32	3,806				
400	Autiste	10 (4 F, 6 H)	35,700	29	45	4,644	4,470	15	0,000	1,490
	Contrôle	7 (5 F, 2 H)	26,132	20	32	3,849				
500	Autiste	8 (4 F, 4 H)	36,875	32	45	4,324	5,616	15	0,000	1,600
	Contrôle	9 (6 F, 3 H)	25,769	20	32	3,833				
600	Autiste	10 (4 F, 6 H)	35,700	29	45	4,644	4,690	16	0,000	1,488

	Contrôle	8 (5 F, 3 H)	26,490	21	32	3,382				
700	Autiste	10 (5 F, 5 H)	36,600	29	45	4,719	6,736	21	0,000	1,631
	Contrôle	13 (7 F, 6 H)	24,763	20	32	3,721				
800	Autiste	7 (1 F, 6 H)	36,182	29	45	4,687	6,013	18	0,000	1,601
	Contrôle	9 (5 F, 4 H)	24,214	20	32	4,082				
Total	Autiste	11 (5 F, 6 H)	36,213	29	45	4,438	20,859	243,351	0,000	1,589
	Contrôle	11 (6 F, 5 H)	25,525	20	32	3,680				

Annexe C : Analyse de la qualité de l'ajustement pour chaque fonction individuelle

Tableau 3

Analyse de la qualité de l'ajustement de chaque fonction individuelle, transformée en scores Z^7 , suivie du rapport F de la différence entre la pente et zéro.

IID de base (ms)	Session	Rythme moyen	Hétérogénéité	Groupe	Participant	R²	ddl erreur	ddl total	F	p
200	2	Rapide	Élevée	Autiste	6	0,786	1	3	11,02	0,045
					28	0,897	1	3	25,98	0,015
					29	0,962	1	3	75,25	0,003
					51	0,876	1	3	21,27	0,019
					69	0,911	1	3	30,55	0,012
					76	0,998	1	3	1651,00	0,000
					79	0,988	1	3	244,50	0,001

⁷ La courbe analysée correspond au pourcentage de fois que le comparateur est jugé plus grand que le standard, transformé en scores Z . Il y a une courbe par participant pour chaque IID de base, par session. Le rapport F correspond à la différence entre la courbe obtenue et une courbe dont la pente est de zéro, c'est-à-dire une estimation du temps complètement aléatoire.

					82	0,990	1	3	289,50	0,000
				Contrôle	33	0,995	1	3	584,60	0,000
					36	0,977	1	3	126,90	0,002
					39	0,927	1	3	37,81	0,009
					55	0,977	1	3	129,90	0,001
					65	0,976	1	3	122,60	0,002
	Moyenne			Autiste		0,926				
	(Écart-type)					(0,073)				
				Contrôle		0,970				
						(0,026)				
300	1	Rapide	Faible	Autiste	6	0,820	1	3	13,70	0,034
					28	0,981	1	3	154,10	0,001
					29	0,948	1	3	54,80	0,005
					34	0,988	1	3	255,80	0,001
					51	0,995	1	3	557,36	0,000

				76	0,993	1	3	408,10	0,000
				79	0,893	1	3	25,12	0,015
				82	0,950	1	3	56,72	0,005
			Contrôle	33	0,967	1	3	87,50	0,003
				36	0,882	1	3	22,41	0,018
				39	0,963	1	3	78,93	0,003
				41	0,933	1	3	41,59	0,008
				42	0,961	1	3	73,41	0,003
				44	0,993	1	3	432,00	0,000
				58	0,960	1	3	72,45	0,003
				65	0,939	1	3	45,82	0,007
				68	0,976	1	3	120,90	0,002
				75	0,950	1	3	56,37	0,005
2	Rapide	Élevée	Autiste	6	0,982	1	3	159,70	0,001
				28	0,985	1	3	193,50	0,001

	29	0,988	1	3	242,80	0,001
	34	0,961	1	3	73,62	0,003
	51	0,904	1	3	28,26	0,013
	76	0,993	1	3	430,60	0,000
	79	0,936	1	3	44,08	0,007
	82	0,955	1	3	63,86	0,004
Contrôle	33	0,923	1	3	35,86	0,009
	36	0,983	1	3	169,00	0,001
	39	0,983	1	3	168,40	0,001
	41	0,831	1	3	14,79	0,031
	42	0,937	1	3	44,39	0,007
	44	0,883	1	3	22,61	0,018
	58	0,984	1	3	182,50	0,001
	65	0,987	1	3	226,70	0,001
	68	0,927	1	3	38,21	0,009

					75	0,977	1	3	127,30	0,002
	Moyenne			Autiste		0,955				
	(Écart-type)					(0,048)				
				Contrôle		0,947				
						(0,042)				
400	2	Rapide	Élevée	Autiste	1	0,957	1	3	66,43	0,004
					6	0,926	1	3	37,78	0,009
					28	0,957	1	3	67,22	0,004
					29	0,982	1	3	163,70	0,001
					34	0,971	1	3	101,70	0,002
					51	0,920	1	3	34,66	0,01
					69	0,959	1	3	70,96	0,004
					76	0,968	1	3	89,47	0,003
					79	0,963	1	3	78,63	0,003
					82	0,963	1	3	77,29	0,003

			Contrôle	33	0,942	1	3	48,95	0,006
				36	0,842	1	3	16,03	0,028
				39	0,964	1	3	79,44	0,003
				41	0,889	1	3	23,96	0,016
				55	0,988	1	3	246,90	0,001
				61	0,942	1	3	48,41	0,006
				68	0,952	1	3	58,98	0,005
4	Lent	Élevée	Autiste	1	0,977	1	3	129,80	0,002
				6	0,981	1	3	154,90	0,001
				28	0,987	1	3	235,90	0,001
				29	0,989	1	3	264,80	0,001
				34	0,888	1	3	23,89	0,016
				51	0,965	1	3	83,22	0,003
				69	0,936	1	3	43,73	0,007
				76	0,954	1	3	62,53	0,004

					79	0,957	1	3	65,98	0,004
					82	0,932	1	3	41,34	0,008
				Contrôle	33	0,893	1	3	25,00	0,015
					36	0,916	1	3	32,75	0,011
					39	0,835	1	3	15,17	0,030
					41	0,938	1	3	45,09	0,007
					55	0,973	1	3	109,20	0,002
					61	0,986	1	3	216,10	0,001
					68	0,817	1	3	13,38	0,035
				Moyenne						
					Autiste	0,957				
				(Écart-type)		(0,025)				
					Contrôle	0,920				
						(0,057)				
500	1	Rapide	Faible	Autiste	6	0,992	1	3	394,10	0,000
					28	0,937	1	3	44,26	0,007

	29	0,985	1	3	196,00	0,001
	34	0,975	1	3	115,70	0,002
	51	0,949	1	3	55,42	0,005
	69	0,948	1	3	54,31	0,005
	76	0,953	1	3	61,13	0,004
	79	0,969	1	3	93,06	0,002
Contrôle	33	0,871	1	3	20,16	0,021
	36	0,990	1	3	289,00	0,000
	39	0,876	1	3	21,18	0,019
	41	0,779	1	3	10,56	0,048
	42	0,811	1	3	12,87	0,037
	55	0,996	1	3	797,50	0,000
	61	0,963	1	3	77,76	0,003
	65	0,990	1	3	291,90	0,000
	68	0,994	1	3	463,40	0,000

2	Rapide	Élevée	Autiste	6	0,906	1	3	28,97	0,013
				28	0,960	1	3	71,45	0,004
				29	0,983	1	3	173,20	0,001
				34	0,947	1	3	53,63	0,005
				51	0,961	1	3	74,69	0,003
				69	0,967	1	3	86,56	0,003
				76	0,979	1	3	140,40	0,001
				79	0,946	1	3	52,00	0,006
			Contrôle	33	0,942	1	3	48,62	0,006
				36	0,868	1	3	19,64	0,021
				39	0,896	1	3	25,76	0,015
				41	0,779	1	3	10,59	0,047
				42	0,971	1	3	100,70	0,002
				55	0,987	1	3	223,00	0,001
				61	0,970	1	3	95,27	0,002

				65	0,927	1	3	37,84	0,009
				68	0,939	1	3	45,77	0,007
3	Lent	Faible	Autiste	6	0,941	1	3	47,39	0,006
				28	0,959	1	3	69,73	0,004
				29	0,893	1	3	24,89	0,016
				34	0,957	1	3	67,21	0,004
				51	0,932	1	3	41,33	0,008
				69	0,970	1	3	98,14	0,002
				76	0,994	1	3	489,00	0,000
				79	0,994	1	3	522,8	0,000
			Contrôle	33	0,796	1	3	11,68	0,042
				36	0,889	1	3	23,94	0,016
				39	0,984	1	3	185,50	0,001
				41	0,981	1	3	151,50	0,001
				42	0,990	1	3	289,70	0,000

				55	0,955	1	3	63,98	0,004
				61	0,982	1	3	167,00	0,001
				65	0,970	1	3	95,28	0,002
				68	0,932	1	3	41,20	0,008
4	Lent	Élevée	Autiste	6	0,879	1	3	21,73	0,019
				28	0,989	1	3	272,90	0,001
				29	0,785	1	3	10,95	0,045
				34	0,940	1	3	46,64	0,006
				51	0,987	1	3	221,70	0,001
				69	0,977	1	3	128,70	0,002
				76	0,804	1	3	12,30	0,039
				79	0,903	1	3	27,97	0,013
			Contrôle	33	0,958	1	3	68,73	0,004
				36	0,940	1	3	47,21	0,006
				39	0,989	1	3	271,00	0,001

					41	0,936	1	3	43,68	0,007
					42	0,944	1	3	50,23	0,006
					55	0,847	1	3	16,56	0,027
					61	0,996	1	3	709,40	0,000
					65	0,904	1	3	28,22	0,013
					68	0,938	1	3	45,20	0,007
				Moyenne			Autiste		0,946	
				(Écart-type)					(0,049)	
							Contrôle		0,930	
									(0,064)	
600	2	Rapide	Élevée	Autiste	1	0,994	1	3	528,00	0,000
					6	0,996	1	3	800,30	0,001
					28	0,989	1	3	275,20	0,001
					29	0,954	1	3	62,39	0,004
					34	0,916	1	3	32,49	0,011

				51	0,922	1	3	35,27	0,010
				69	0,945	1	3	51,57	0,006
				76	0,943	1	3	49,92	0,006
				79	0,959	1	3	70,47	0,004
				82	0,944	1	3	50,97	0,006
			Contrôle	33	0,900	1	3	27,07	0,014
				36	0,874	1	3	20,84	0,020
				39	0,946	1	3	52,13	0,006
				41	0,929	1	3	39,00	0,008
				42	0,937	1	3	44,83	0,007
				61	0,946	1	3	52,06	0,006
				65	0,974	1	3	111,90	0,002
				75	0,971	1	3	99,80	0,002
4	Lent	Élevée	Autiste	1	0,913	1	3	31,35	0,011
				6	0,923	1	3	35,73	0,009

	28	0,978	1	3	133,80	0,001
	29	0,978	1	3	130,60	0,001
	34	0,987	1	3	223,10	0,001
	51	0,998	1	3	1206,00	0,001
	69	0,94	1	3	46,940	0,006
	76	0,996	1	3	657,20	0,000
	79	0,985	1	3	196,00	0,001
	82	0,986	1	3	216,80	0,001
Contrôle	33	0,899	1	3	26,57	0,014
	36	0,964	1	3	80,50	0,003
	39	0,841	1	3	15,88	0,028
	41	0,962	1	3	76,45	0,003
	42	0,900	1	3	27,00	0,014
	61	0,987	1	3	232,4	0,001
	65	0,975	1	3	118,80	0,002

					75	0,975	1	3	118,80	0,002
				Moyenne		0,962				
				(Écart-type)		(0,030)				
					Contrôle	0,962				
						(0,042)				
700	3	Lent	Faible	Autiste	1	0,893	1	3	24,89	0,016
					6	0,858	1	3	18,12	0,024
					28	0,870	1	3	20,08	0,021
					29	0,955	1	3	63,56	0,004
					34	0,962	1	3	76,61	0,003
					47	0,938	1	3	45,22	0,007
					69	0,982	1	3	165,40	0,001
					76	0,999	1	3	2209,00	0,000
					79	0,941	1	3	47,65	0,006
					82	0,980	1	3	149,10	0,001

			Contrôle	31	0,942	1	3	48,90	0,006
				33	0,831	1	3	14,72	0,031
				36	0,875	1	3	21,06	0,019
				39	0,960	1	3	71,56	0,004
				41	0,900	1	3	26,88	0,014
				42	0,936	1	3	43,67	0,007
				44	0,998	1	3	1611	0,000
				55	0,958	1	3	67,51	0,004
				58	0,991	1	3	320,90	0,000
				61	0,984	1	3	184,40	0,001
				65	0,958	1	3	67,89	0,004
				68	0,992	1	3	373,50	0,000
				75	0,989	1	3	273,00	0,001
4	Lent	Élevée	Autiste	1	0,983	1	3	177,90	0,001
				6	0,993	1	3	442,20	0,000

	28	0,963	1	3	77,70	0,003
	29	0,786	1	3	11,020	0,045
	34	0,979	1	3	142,60	0,001
	47	0,991	1	3	345,50	0,000
	69	0,904	1	3	28,17	0,013
	76	0,992	1	3	369,30	0,000
	79	0,919	1	3	33,90	0,010
	82	0,979	1	3	140,20	0,001
Contrôle	31	0,935	1	3	43,39	0,007
	33	0,944	1	3	50,47	0,006
	36	0,960	1	3	71,41	0,004
	39	0,929	1	3	39,43	0,008
	41	0,929	1	3	39,52	0,008
	42	0,991	1	3	337,80	0,000
	44	0,974	1	3	113,40	0,002

					55	0,937	1	3	44,44	0,007
					58	0,982	1	3	166,10	0,001
					61	0,980	1	3	145,80	0,001
					65	0,994	1	3	503,90	0,000
					68	0,846	1	3	16,48	0,027
					75	0,851	1	3	17,11	0,026
				Moyenne			Autiste		0,943	
				(Écart-type)					(0,056)	
							Contrôle		0,945	
									(0,048)	
800	4	Lent	Élevée	Autiste	1	0,973	1	3	106,60	0,002
					6	0,876	1	3	21,27	0,019
					28	0,936	1	3	43,80	0,007
					29	0,928	1	3	38,44	0,009
					34	0,984	1	3	183,40	0,001

	47	0,979	1	3	137,50	0,001
	51	0,987	1	3	221,70	0,001
	69	0,980	1	3	145,00	0,001
	76	0,945	1	3	51,52	0,006
	79	0,948	1	3	54,8	0,005
	82	0,834	1	3	15,11	0,030
Contrôle	33	0,918	1	3	33,51	0,010
	36	0,925	1	3	37,15	0,009
	41	0,902	1	3	27,63	0,013
	44	0,974	1	3	111,70	0,002
	55	0,962	1	3	74,93	0,003
	58	0,948	1	3	54,28	0,005
	61	0,985	1	3	199,5	0,001
	65	0,968	1	3	90,33	0,003
	68	0,948	1	3	54,19	0,005

Moyenne	Artiste	0,943
(Écart-type)		(0,049)
	Contrôle	0,948
		(0,028)

Annexe D : Statistiques descriptives de l'EC pour les IID de 500 ms

Tableau 4

Moyennes et écarts-types de l'EC pour les IID de 500 ms.

			Moyenne	Écart -type
Rythme moyen	Hétérogénéité	Groupe	(ms)	(ms)
Rapide	Faible	Autiste	-8,422	11,370
		Contrôle	6,617	9,653
		Total	-0,460	12,768
	Élevée	Autiste	-3,715	8,366
		Contrôle	2,533	12,593
		Total	-0,407	10,966
	Total	Autiste	-6,069	9,945
		Contrôle	4,575	11,086
		Total	-0,434	11,719
Lent	Faible	Autiste	0,998	12,489
		Contrôle	21,162	14,455
		Total	11,673	16,743
	Élevée	Autiste	6,897	10,723
		Contrôle	20,994	17,608
		Total	14,360	16,060
	Total	Autiste	3,948	11,650
		Contrôle	21,078	15,628

		Total	13,017	16,212
Total	Faible	Autiste	-3,712	12,521
		Contrôle	13,890	14,077
		Total	5,607	15,902
	Élevée	Autiste	1,591	10,787
		Contrôle	11,764	17,628
		Total	6,977	15,477
	Total	Autiste	-1,060	11,808
		Contrôle	12,827	15,759
		Total	6,292	15,589

Annexe E : Statistiques inférentielles de l'EC pour les IID de 500 ms

Tableau 5

ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC pour les IID de 500 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	13,907	0,002	0,481
Erreur	15			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	20,199	0,000	0,574
Rythme moyen x groupe	1	1,208	0,289	0,075
Erreur (rythme moyen)	15			
Hétérogénéité	1	0,294	0,596	0,019
Hétérogénéité x groupe	1	1,606	0,224	0,097
Erreur (hétérogénéité)	15			

Rythme moyen x hétérogénéité	1	0,269	0,611	0,018
Rythme moyen x hétérogénéité x groupe	1	0,077	0,786	0,005
Erreur	15			

**Annexe F : Statistiques descriptives de l'EC exprimée en valeur absolue
pour les IID de 500 ms**

Tableau 6

Moyennes et écarts-types de l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms.

			Moyenne	Écart -type	
Rythme moyen	Hétérogénéité	Groupe	(ms)	(ms)	
Rapide	Faible	Autiste	10,886	8,654	
		Contrôle	9,372	6,606	
		Total	10,085	7,429	
	Élevée	Autiste	7,485	4,662	
		Contrôle	9,323	8,249	
		Total	8,458	6,665	
	Total	Autiste	9,186	6,941	
		Contrôle	9,347	7,249	
		Total	9,271	6,998	
	Lent	Faible	Autiste	9,378	7,524
			Contrôle	21,162	14,455
			Total	15,617	12,884
Élevée		Autiste	9,679	7,892	
		Contrôle	20,994	17,608	
		Total	15,670	14,702	
Total		Autiste	9,529	7,450	
		Contrôle	21,078	15,628	

		Total	15,643	13,612
Total	Faible	Autiste	10,132	7,872
		Contrôle	15,267	12,476
		Total	12,851	10,730
	Élevée	Autiste	8,582	6,363
		Contrôle	15,158	14,628
		Total	12,064	11,821
	Total	Autiste	9,357	7,085
		Contrôle	15,213	13,399
		Total	12,457	11,211

Annexe G : Statistiques inférentielles de l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms

Tableau 7

ANOVA 2 (groupe) x2 (rythme moyen) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	4,074	0,062	0,214
Erreur	15			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	5,960	0,028	0,284
Rythme moyen x groupe	1	5,302	0,036	0,261
Erreur (rythme moyen)	15			
Hétérogénéité	1	0,132	0,721	0,009
Hétérogénéité x groupe	1	0,100	0,756	0,007
Erreur (hétérogénéité)	15			

Rythme moyen x hétérogénéité	1	0,132	0,721	0,009
Rythme moyen x hétérogénéité x groupe	1	0,150	0,704	0,010
Erreur	15			

Tableau 8

Test d'effet simple (LSD) sur l'effet d'interaction Rythme moyen x Groupe, sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 500 ms.

Rythme moyen		<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Rapide	Contraste	1	0,004	0,948	0,000
	Erreur	15			
Lent	Contraste	1	5,762	0,030	0,278
	Erreur	15			

Annexe H : Statistiques descriptives de la fraction de Weber pour les IID de 500 ms

Tableau 9

Moyennes et écarts-types de la fraction de Weber pour les IID de 500 ms.

Rythme moyen	Hétérogénéité	Groupe	Moyenne	Écart -type
Rapide	Faible	Autiste	0,129	0,016
		Contrôle	0,128	0,020
		Total	0,128	0,018
	Élevée	Autiste	0,129	0,014
		Contrôle	0,134	0,019
		Total	0,132	0,017
	Total	Autiste	0,129	0,015
		Contrôle	0,131	0,019
		Total	0,130	0,017
Lent	Faible	Autiste	0,123	0,015
		Contrôle	0,144	0,029
		Total	0,134	0,025
	Élevée	Autiste	0,123	0,012
		Contrôle	0,150	0,051
		Total	0,137	0,040
	Total	Autiste	0,123	0,013
		Contrôle	0,147	0,040

		Total	0,136	0,033
Total	Faible	Autiste	0,126	0,015
		Contrôle	0,136	0,026
		Total	0,131	0,022
	Élevée	Autiste	0,126	0,013
		Contrôle	0,142	0,038
		Total	0,134	0,030
	Total	Autiste	0,126	0,014
		Contrôle	0,139	0,032
		Total	0,133	0,026

Annexe I : Statistiques inférentielles de la fraction de Weber pour les IID de 500 ms

Tableau 10

ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) x 2 (hétérogénéité) sur la fraction de Weber pour les IID de 500 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	2,203	0,158	0,128
Erreur	15			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	1,075	0,316	0,067
Rythme moyen x groupe	1	4,963	0,042	0,249
Erreur (rythme moyen)	15			
Hétérogénéité	1	0,306	0,589	0,020
Hétérogénéité x groupe	1	0,297	0,594	0,019

Erreur (hétérogénéité)	15			
Rythme moyen x	1	0,001	0,972	0,000
hétérogénéité				
Rythme moyen x	1	0,004	0,950	0,000
hétérogénéité x groupe				

Tableau 11

Test d'effet simple (LSD) sur l'effet d'interaction Rythme moyen x Groupe, sur la fraction de Weber pour les IID de 500 ms

Rythme moyen		<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Rapide	Contraste	1	0,094	0,764	0,006
	Erreur	15			
Lent	Contraste	1	3,601	0,077	0,194
	Erreur	15			

Annexe J : Statistiques descriptives des trois variables indépendantes à l'étude pour chaque IID de base

Tableau 12

Moyennes et écarts-types des valeurs d'EC, de l'EC exprimée en valeur absolue et de fraction de Weber en fonction du rythme moyen de la session, de son hétérogénéité et du groupe pour chaque IID de base.

IID de base	Rythme		EC exprimée en			
	moyen	Hétérogénéité		EC (ms)	valeur absolue (ms)	Fraction de Weber
200	Rapide	Élevée	Autiste	15,068 (6,888)	15,068 (6,888)	0,175 (0,024)
			Contrôle	18,527 (7,877)	18,527 (7,877)	0,214 (0,054)
			Total	16,398 (7,171)	16,398 (7,171)	0,190 (0,041)
300	Rapide	Faible	Autiste	6,461 (8,715)	7,809 (7,346)	0,137 (0,016)
			Contrôle	9,864	10,737	0,193

		(9,166)	(8,002)	(0,076)
	Total	8,352	9,436	0,168
		(8,876)	(7,639)	(0,063)
Élevée	Autiste	7,625	10,875	0,143
		(10,847)	(6,997)	(0,019)
	Contrôle	17,296	18,026	0,209
		(13,267)	(12,138)	(0,044)
	Total	12,998	14,848	0,180
		(12,887)	(10,561)	(0,048)
Total	Autiste	7,043	9,342	0,140
		(9,524)	(7,109)	(0,018)
	Contrôle	13,580	14,382	0,201
		(11,735)	(10,682)	(0,061)
	Total	10,675	12,142	0,174
		(11,157)	(9,489)	(0,056)

400	Rapide	Élevée	Autiste	3,407	5,055	0,147
				(7,029)	(5,823)	(0,020)
			Contrôle	10,774	13,461	0,147
				(13,455)	(10,250)	(0,036)
			Total	6,440	8,516	0,147
				(10,471)	(8,756)	(0,027)
	Lent	Élevée	Autiste	9,787	11,264	0,134
				(10,668)	(8,902)	(0,023)
			Contrôle	22,928	22,928	0,174
				(6,881)	(6,881)	(0,042)
			Total	15,198	16,067	0,150
				(11,234)	(9,866)	(0,037)
	Total	Élevée	Autiste	6,597	8,160	0,141
				(9,382)	(7,984)	(0,022)
			Contrôle	16,851	18,194	0,160

				(12,049)	(9,720)	(0,040)
			Total	10,819	12,292	0,149
				(11,580)	(9,952)	(0,032)
500	Rapide	Faible	Autiste	-8,422	10,886	0,129
				(11,370)	(8,654)	(0,016)
			Contrôle	6,617	9,372	0,128
				(9,653)	(6,606)	(0,020)
			Total	-0,460	10,085	0,128
				(12,768)	(7,429)	(0,018)
		Élevée	Autiste	-3,715	7,485	0,129
				(8,366)	(4,662)	(0,014)
			Contrôle	2,533	9,323	0,134
				(12,593)	(8,249)	(0,019)
			Total	-0,407	8,458	0,132
				(10,966)	(6,665)	(0,017)

	Total	Autiste	-6,069	9,186	0,129
			(9,945)	(6,941)	(0,015)
		Contrôle	4,575	9,347	0,131
			(11,086)	(7,249)	(0,019)
		Total	-0,434	9,271	0,130
			(11,719)	(6,998)	(0,017)
Lent	Faible	Autiste	0,998	9,378	0,123
			(12,489)	(7,524)	(0,015)
		Contrôle	21,162	21,162	0,144
			(14,455)	(14,455)	(0,029)
		Total	11,673	15,617	0,134
			(16,743)	(12,884)	(0,025)
	Élevée	Autiste	6,897	9,679	0,123
			(10,723)	(7,892)	(0,012)
		Contrôle	20,994	20,994	0,150

			(17,608)	(17,608)	(0,051)
		Total	14,360	15,669	0,137
			(16,060)	(14,702)	(0,040)
Total		Autiste	3,948	9,529	0,123
			(11,650)	(7,450)	(0,013)
		Contrôle	21,078	21,078	0,147
			(15,628)	(15,628)	(0,040)
		Total	13,017	15,643	0,136
			(16,212)	(13,612)	(0,033)
Total	Faible	Autiste	-3,712	10,132	0,126
			(12,521)	(7,872)	(0,015)
		Contrôle	13,890	15,267	0,136
			(14,077)	(12,476)	(0,026)
		Total	5,607	12,851	0,131
			(15,902)	(10,730)	(0,022)

		Élevée	Autiste	1,591	8,582	0,126
				(10,787)	(6,363)	(0,013)
			Contrôle	11,764	15,158	0,142
				(17,628)	(14,628)	(0,038)
			Total	6,977	12,064	0,134
				(15,477)	(11,821)	(0,030)
		Total	Autiste	-1,060	9,357	0,126
				(11,808)	(7,085)	(0,014)
			Contrôle	12,827	15,213	0,139
				(15,759)	(13,399)	(0,032)
			Total	6,292	12,457	0,133
				(15,589)	(11,211)	(0,026)
600	Rapide	Élevée	Autiste	-12,300	17,151	0,128
				(15,345)	(8,758)	(0,019)
			Contrôle	-15,672	19,153	0,159

			(27,607)	(24,972)	(0,031)
		Total	-13,799	18,041	0,142
			(21,011)	(17,275)	(0,029)
Lent	Élevée	Autiste	-5,128	10,511	0,137
			(11,246)	(5,739)	(0,017)
		Contrôle	3,886	10,290	0,139
			(14,952)	(10,945)	(0,018)
		Total	-1,122	10,413	0,138
			(13,426)	(8,172)	(0,017)
Total	Élevée	Autiste	-8,714	13,831	0,132
			(13,601)	(7,971)	(0,018)
		Contrôle	-5,893	14,721	0,149
			(23,706)	(19,180)	(0,027)
		Total	-7,460	14,227	0,140
			(18,528)	(13,869)	(0,023)

700	Lent	Faible	Autiste	-4,001	13,780	0,129
				(16,034)	(7,993)	(0,013)
			Contrôle	-10,321	14,806	0,175
				(15,149)	(10,364)	(0,064)
			Total	-7,573	14,360	0,155
				(15,512)	(9,219)	(0,053)
		Élevée	Autiste	-6,660	18,552	0,146
				(21,987)	(12,259)	(0,019)
			Contrôle	-19,826	24,894	0,163
				(27,614)	(22,737)	(0,032)
			Total	-14,101	22,137	0,156
				(25,656)	(18,809)	(0,028)
		Total	Autiste	-5,331	16,166	0,137
				(18,778)	(10,365)	(0,018)
			Contrôle	-15,073	19,850	0,169

				(22,353)	(18,060)	(0,050)
			Total	-10,837	18,248	0,155
				(21,221)	(15,165)	(0,042)
800	Lent	Élevée	Autiste	-24,752	30,853	0,145
				(29,564)	(22,381)	(0,016)
			Contrôle	-25,277	29,853	0,151
				(24,454)	(17,726)	(0,030)
			Total	-24,988	30,403	0,148
				(26,681)	(19,905)	(0,023)
Total			Autiste	-1,747	13,165	0,138
				(17,502)	(11,606)	(0,021)
			Contrôle	2,764	17,484	0,163
				(22,927)	(15,006)	(0,048)
			Total	0,499	15,316	0,150
				(20,469)	(13,555)	(0,039)

Annexe K : Statistiques inférentielles de l'EC pour les durées d'IID complémentaires

Tableau 13

Test t sur l'EC⁸ en fonction du groupe pour les IID de 200 ms.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart- type (ms)	t	dl	p (bilatéral)	d'
	(ms)	(ms)	(ms)					
Autiste	15,068	5,925	26,118	6,888	-0,835	11	0,421	-0,482
Contrôle	18,527	8,075	29,509	7,877				

⁸ Résultats identiques pour l'EC exprimée en valeur absolue, car tous les scores sont positifs.

Tableau 14

ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC pour les IID de 300 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	2,075	0,169	0,115
Erreur	16			
Intra-Sujets				
Hétérogénéité	1	3,427	0,083	0,176
Hétérogénéité x groupe	1	1,822	0,196	0,102
Erreur (hétérogénéité)	16			

Tableau 15
ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur l'EC pour les IID de 400 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	7,612	0,015	0,337
Erreur	15			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	9,364	0,008	0,384
Rythme moyen x groupe	1	0,908	0,356	0,057
Erreur (rythme moyen)	15			

Tableau 16
ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur l'EC pour les IID de 600 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	0,293	0,596	0,018
Erreur	16			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	4,037	0,062	0,201
Rythme moyen x groupe	1	0,867	0,366	0,051
Erreur (rythme moyen)	16			

Tableau 17
ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC pour les IID de 700 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	1,703	0,206	0,075
Erreur	21			
Intra-Sujets				
Hétérogénéité	1	1,644	0,214	0,073
Hétérogénéité x groupe	1	0,521	0,478	0,024
Erreur (Hétérogénéité)	21			

Tableau 18

Test *t* pour échantillons indépendants sur l'EC en fonction du groupe pour les IID de 800 ms.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart-	t	dl	p (bilatéral)	d'
	(ms)	(ms)	(ms)	type (ms)				
Autiste	-24,752	-67,902	21,882	29,564	0,043	18	0,966	0,020
Contrôle	-25,277	-60,082	13,970	24,454				

Tableau 19

Test *t* pour échantillons indépendants sur l'EC en fonction du groupe pour l'ensemble des IID de l'expérience.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart-	t	dl	p (bilatéral)	d'
	(ms)	(ms)	(ms)	type (ms)				
Autiste	-1,747	-67,902	29,552	17,502	-1,758	233,797	0,080	-0,220
Contrôle	2,763	-71,226	59,810	22,927				

Annexe L : Statistiques inférentielles de l'EC exprimée en valeur absolue pour les durées d'IID complémentaires

Tableau 20

ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 300 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	1,603	0,224	0,091
Erreur	16			
Intra-Sujets				
Hétérogénéité	1	10,313	0,005	0,392
Hétérogénéité x groupe	1	1,716	0,209	0,097
Erreur (hétérogénéité)	16			

Tableau 21

ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 400 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	10,171	0,006	0,404
Erreur	15			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	10,690	0,005	0,416
Rythme moyen x groupe	1	0,461	0,507	0,030
Erreur (rythme moyen)	15			

Tableau 22

ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 600 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	0,023	0,880	0,001
Erreur	16			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	6,271	0,023	0,282
Rythme moyen x groupe	1	0,129	0,724	0,008
Erreur (rythme moyen)	16			

Tableau 23

ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur l'EC exprimée en valeur absolue pour les IID de 700 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	0,541	0,470	0,025
Erreur	21			
Intra-Sujets				
Hétérogénéité	1	3,777	0,065	0,152
Hétérogénéité x groupe	1	0,483	0,494	0,023
Erreur (Hétérogénéité)	21			

Tableau 24

Test *t* pour échantillons indépendants sur l'EC exprimée en valeur absolue en fonction du groupe pour les IID de 800 ms.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart-	t	dl	p (bilatéral)	d'
	(ms)	(ms)	(ms)	type (ms)				
Autiste	30,853	2,526	67,902	22,381	0,109	18	0,915	0,050
Contrôle	29,853	6,621	60,082	17,726				

Tableau 25

Test *t* pour échantillons indépendants sur l'EC exprimée en valeur absolue en fonction du groupe pour l'ensemble des IID de l'expérience.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart-type	t	dl	p (bilatéral)	d'
	(ms)	(ms)	(ms)	(ms)				
Autiste	13,165	2,853 X 10 ⁻⁰⁷	67,902	11,606	-2,559	235,210	0,011	-0,319
Contrôle	17,484	1,669 X 10 ⁻⁰⁷	71,226	15,006				

Annexe M : Statistiques inférentielles de la fraction de Weber pour les durées d'IID complémentaires

Tableau 26

Test *t* sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour les IID de 200 ms.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart- type	t	dl	p (bilatéral)	d'
Autiste	0,175	0,150	0,213	0,024	-1,779	11	0,103	-0,934
Contrôle	0,214	0,177	0,308	0,054				

Tableau 27

ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur la fraction de Weber pour les IID de 300 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	10,255	0,006	0,391
Erreur	16			
Intra-Sujets				
Hétérogénéité	1	0,822	0,378	0,049
Hétérogénéité x groupe	1	0,176	0,680	0,011
Erreur (hétérogénéité)	16			

Tableau 28

Test *t* pour échantillons indépendants sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour les IID de 300 ms.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart- type	t	<i>dl</i>	<i>p</i> (bilatéral)	<i>d'</i>
Autiste	0,140	0,115	0,169	0,017	-4,247	22,806	0,000	-1,094
Contrôle	0,201	0,133	0,377	0,061				

Tableau 29

ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur la fraction de Weber pour les IID de 400 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	1,990	0,179	0,117
Erreur	15			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	2,033	0,174	0,119
Rythme moyen x groupe	1	17,838	0,001	0,543
Erreur (rythme moyen)	15			

Tableau 30

Test d'effet simple (LSD) sur l'effet d'interaction Rythme moyen x Groupe, sur la fraction de Weber pour les IID de 400 ms.

Rythme moyen		<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Rapide	Contraste	1	0,002	0,964	0,000
	Erreur	15			
Lent	Contraste	1	6,449	0,023	0,301
	Erreur	15			

Tableau 31

ANOVA 2 (groupe) x 2 (rythme moyen) sur la fraction de Weber pour les IID de 600 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	4,273	0,055	0,211
Erreur	16			
Intra-Sujets				
Rythme moyen	1	0,858	0,368	0,051
Rythme moyen x groupe	1	5,043	0,039	0,240
Erreur (rythme moyen)	16			

Tableau 32

Test d'effet simple (LSD) sur l'effet d'interaction Rythme moyen x Groupe, sur la fraction de Weber pour les IID de 600 ms.

Rythme moyen		<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Rapide	Contraste	1	6,828	0,019	0,299
	Erreur	16			
Lent	Contraste	1	0,068	0,798	0,004
	Erreur	16			

Tableau 33

ANOVA 2 (groupe) x 2 (hétérogénéité) sur la fraction de Weber pour les IID de 700 ms.

Source	<i>dl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Inter-sujets				
Groupe	1	5,331	0,031	0,202
Erreur	21			
Intra-Sujets				
Hétérogénéité	1	0,077	0,785	0,004
Hétérogénéité x groupe	1	2,538	0,126	0,108
Erreur (Hétérogénéité)	21			

Tableau 34

Test t pour échantillons indépendants sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour les IID de 700 ms.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart- type	t	dl	p (bilatéral)	d'
Autiste	0,137	0,108	0,174	0,018	-3,054	32,954	0,004	-0,765
Contrôle	0,169	0,112	0,327	0,050				

Tableau 35

Test t pour échantillons indépendants sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour les IID de 800 ms.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart- type	t	dl	p (bilatéral)	d'
Autiste	0,145	0,122	0,178	0,016	-0,511	11,650	0,619	-0,248
Contrôle	0,151	0,121	0,207	0,030				

Tableau 36

Test *t* pour échantillons indépendants sur la fraction de Weber en fonction du groupe pour l'ensemble des IID de l'expérience.

Groupe	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart- type	t	dl	p (bilatéral)	d'
Autiste	0,138	0,089	0,213	0,021	-5,352	171,196	0,000	-0,640
Contrôle	0,163	0,102	0,377	0,048				

**Annexe N : Exemples de stimuli perceptifs opposant un traitement global
à un traitement local de l'information**

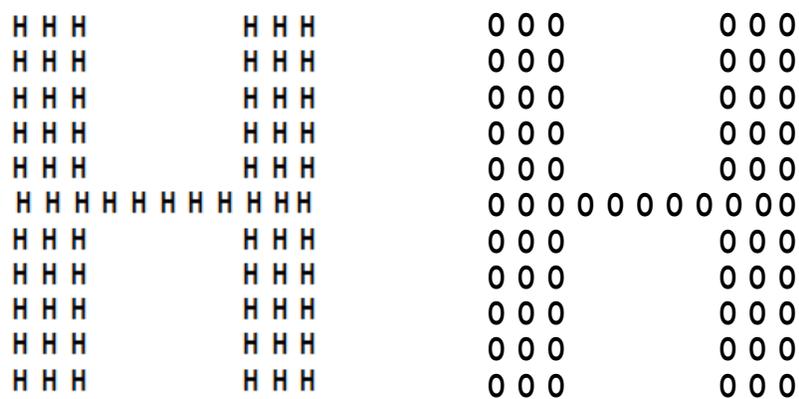


Figure 1. Stimuli de Navon.

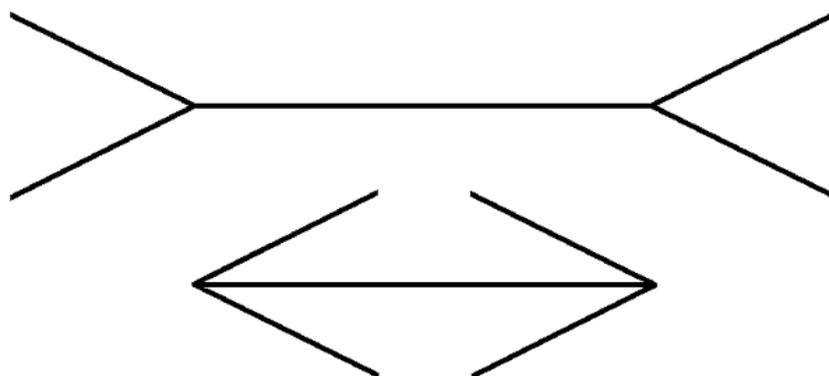


Figure 2. Illusion de Müller-Lyer.

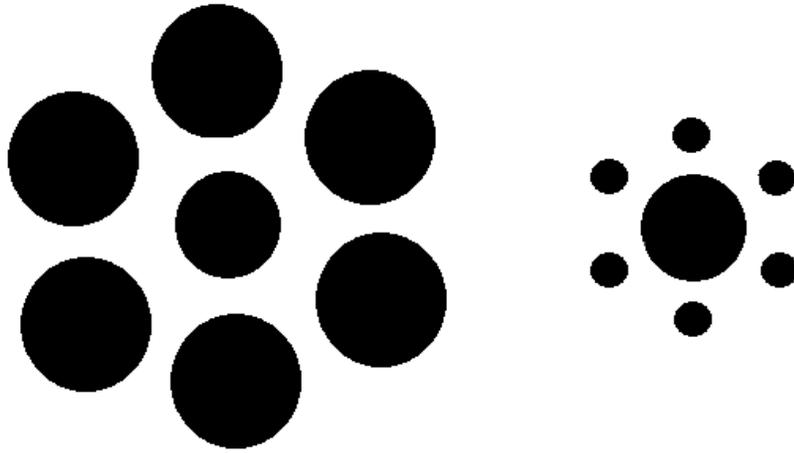


Figure 3. Cercles de Titchener, ou illusion d'Ebbinghaus.

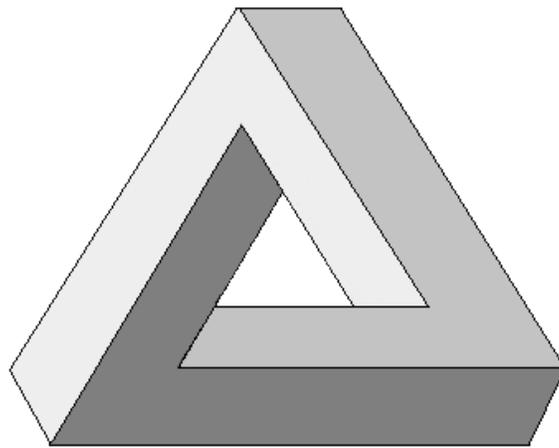


Figure 4. Triangle de Penrose.

Annexe O : Plan d'un essai de l'expérience

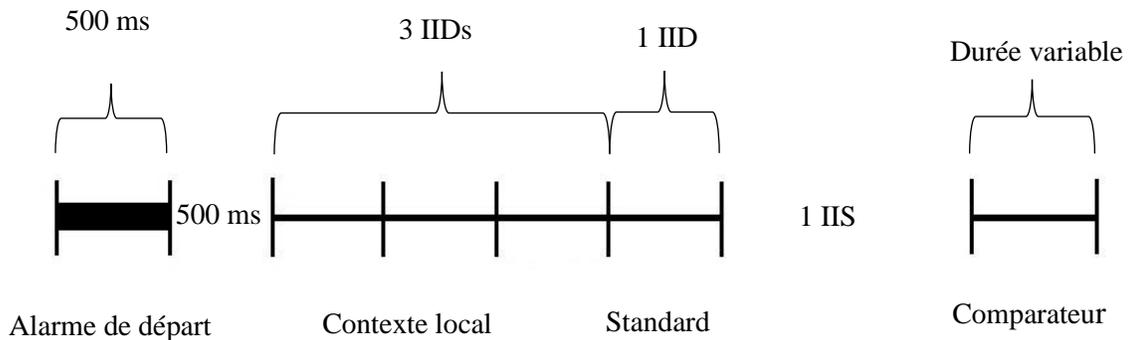


Figure 5. Plan des stimuli auditifs utilisés dans un essai de l'expérience: un contexte local⁹ au rythme variable est présenté, suivi du standard. Un intervalle du contexte local correspond toujours à un *intervalle interdébuts* (IID), tout comme le standard. Puis, il y a un délai correspondant à un *intervalle interstimuli* (IIS), correspondant à deux IID, et l'intervalle de comparaison est présenté au participant. La durée de l'intervalle de comparaison est soit de 24% plus courte que le standard, 12% plus courte, égale au standard, 12% plus longue ou 24% plus longue.

⁹ Il est important de rappeler que le contexte global, quant à lui, correspond à l'ensemble des essais compris dans une session de l'expérience. Selon la combinaison des essais qu'il contient, ses propriétés varient d'une session à l'autre.

Annexe P : Exemple de fonction normale cumulée individuelle, avant sa transformation en scores Z

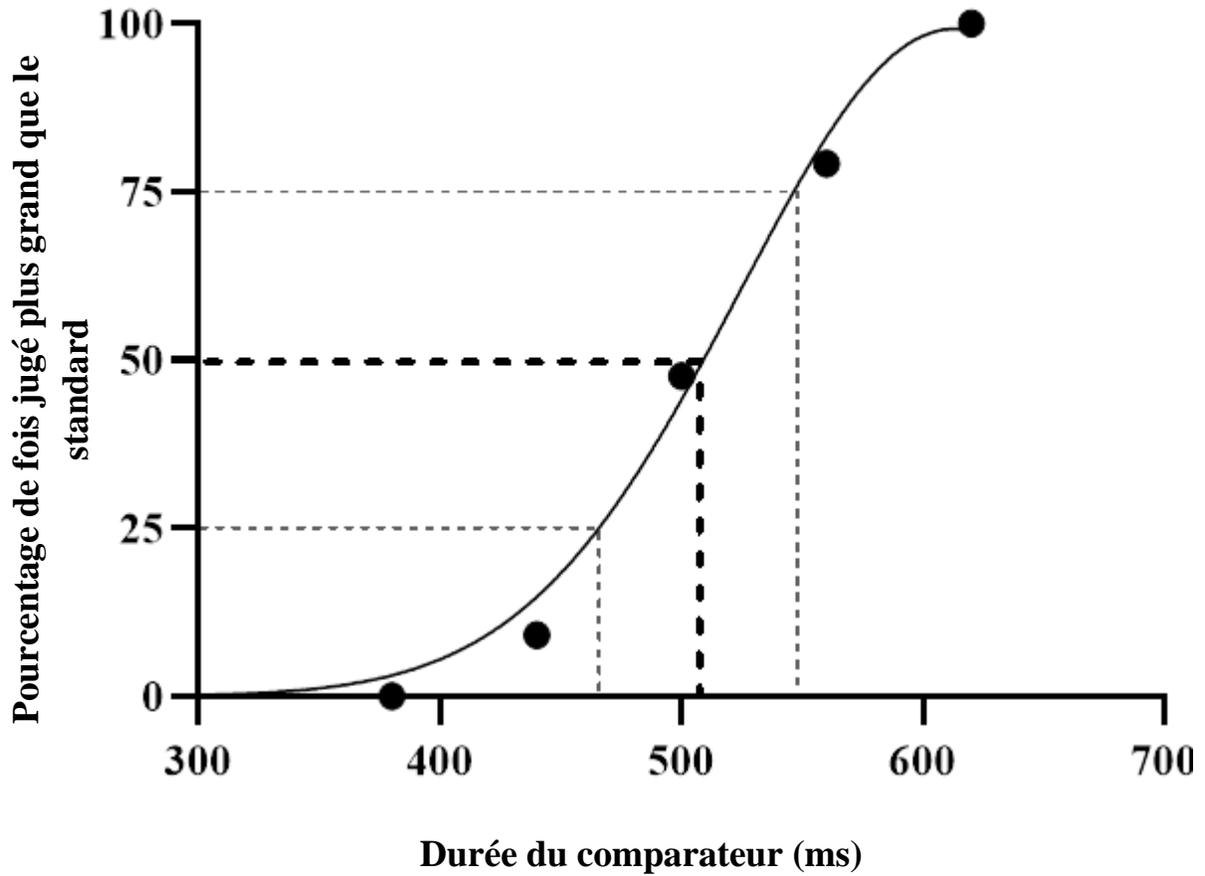
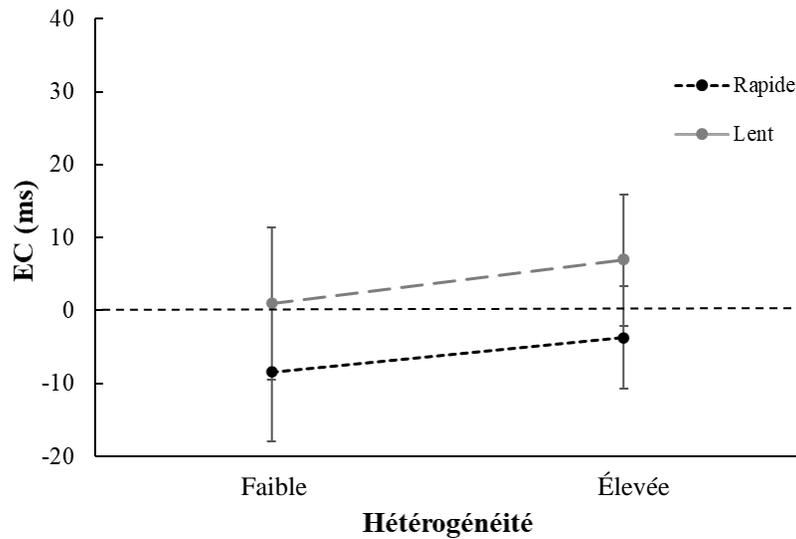


Figure 6. Fonction normale cumulée permettant de déduire les valeurs de PES et de seuil différentiel pour une session dont l'IID de base et le standard sont de 500 ms.

Annexe Q : Évolution de l'EC de chaque groupe pour les IID de 500 ms

A) Groupe autiste



B) Groupe Contrôle

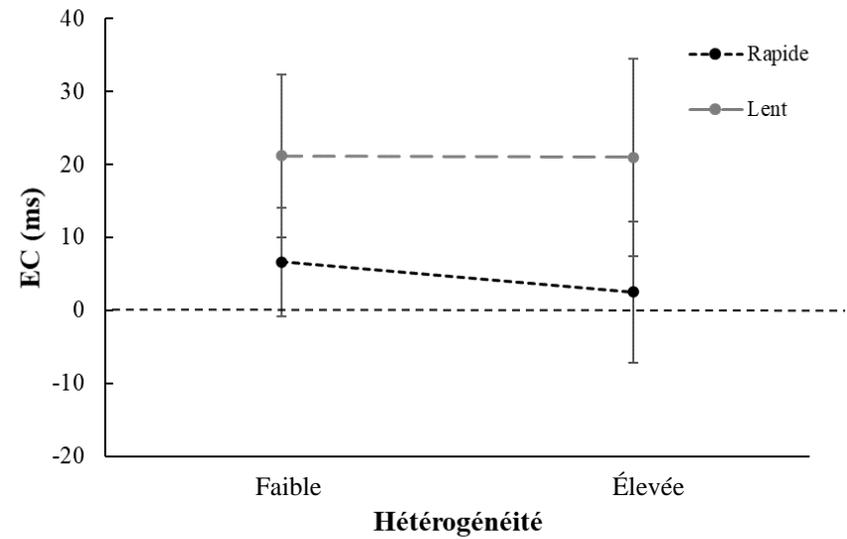
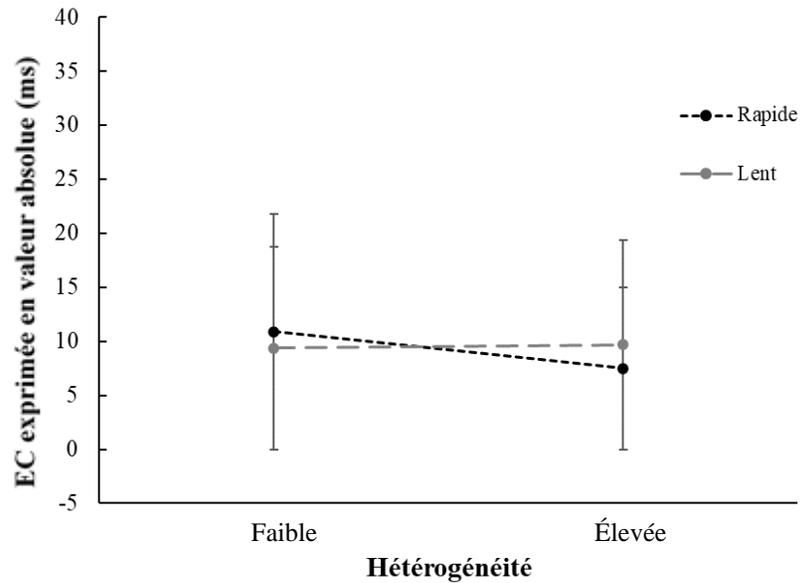


Figure 7. EC moyenne pour chaque groupe pour chaque niveau du facteur rythme moyen, en fonction de l'hétérogénéité pour les essais où l'IID de base et le standard sont de 500 ms. Les barres d'erreur équivalent à l'intervalle de confiance à 95%.

Annexe R : Évolution de l'EC exprimée en valeur absolue de chaque groupe pour les IID de 500 ms

A) Groupe autiste



B) Groupe Contrôle

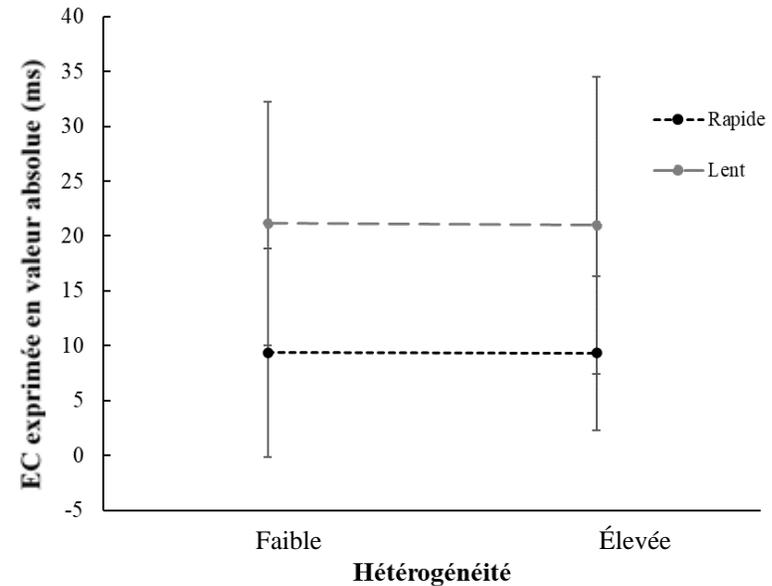


Figure 8. EC exprimée en valeur absolue moyenne pour chaque groupe pour chaque niveau du facteur rythme moyen en fonction de l'hétérogénéité pour les essais où l'IID de base et le standard sont de 500 ms. Les barres d'erreur équivalent à l'intervalle de confiance à 95%.

Annexe S : Moyennes des deux groupes, pour chaque variable dépendante, sur l'ensemble des IID de base à l'étude

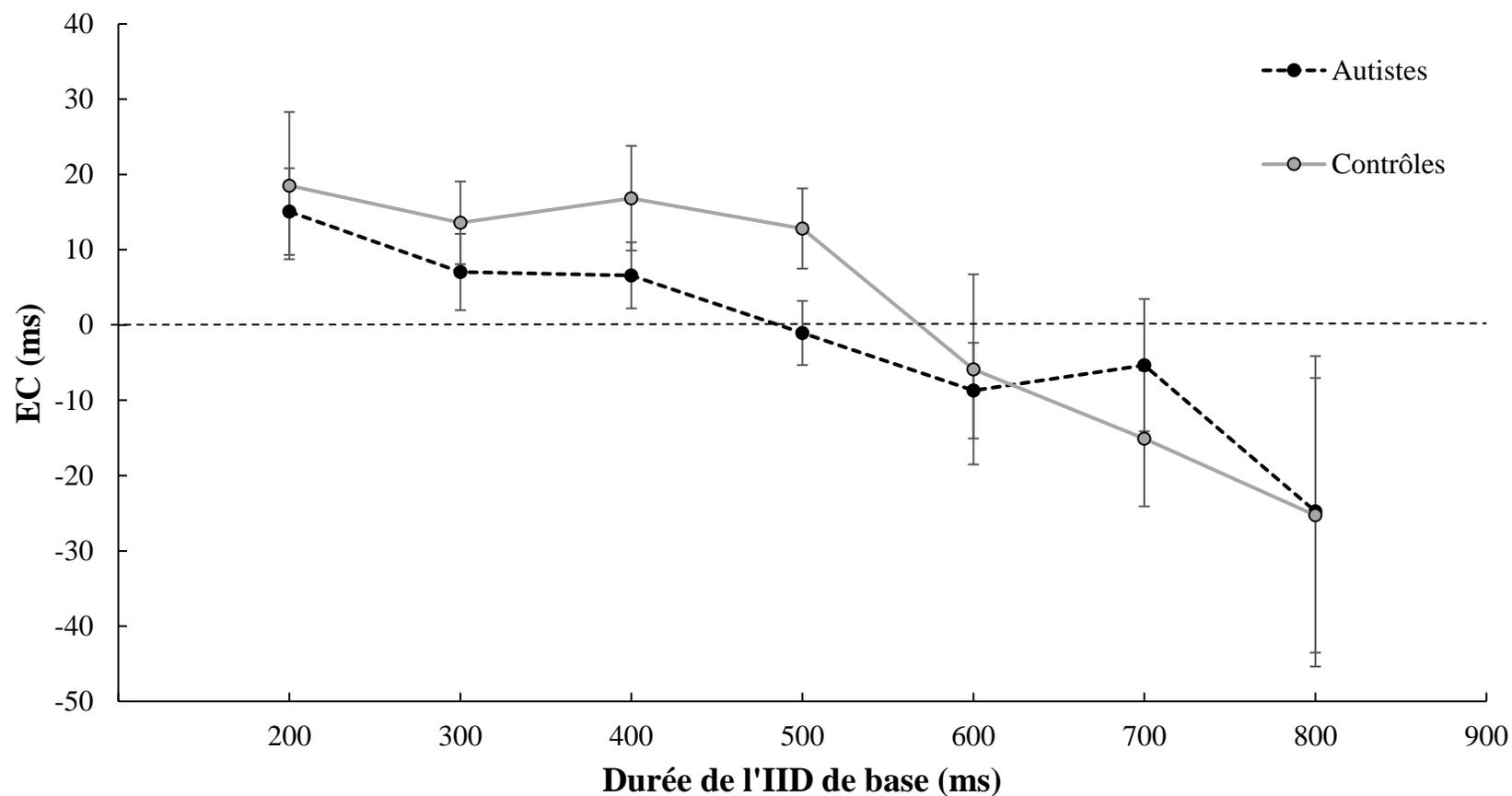


Figure 9. Moyenne de l'EC en fonction du groupe et de la durée de l'IID de base, ou du standard. Une barre d'erreur correspond à l'intervalle de confiance à 95%.

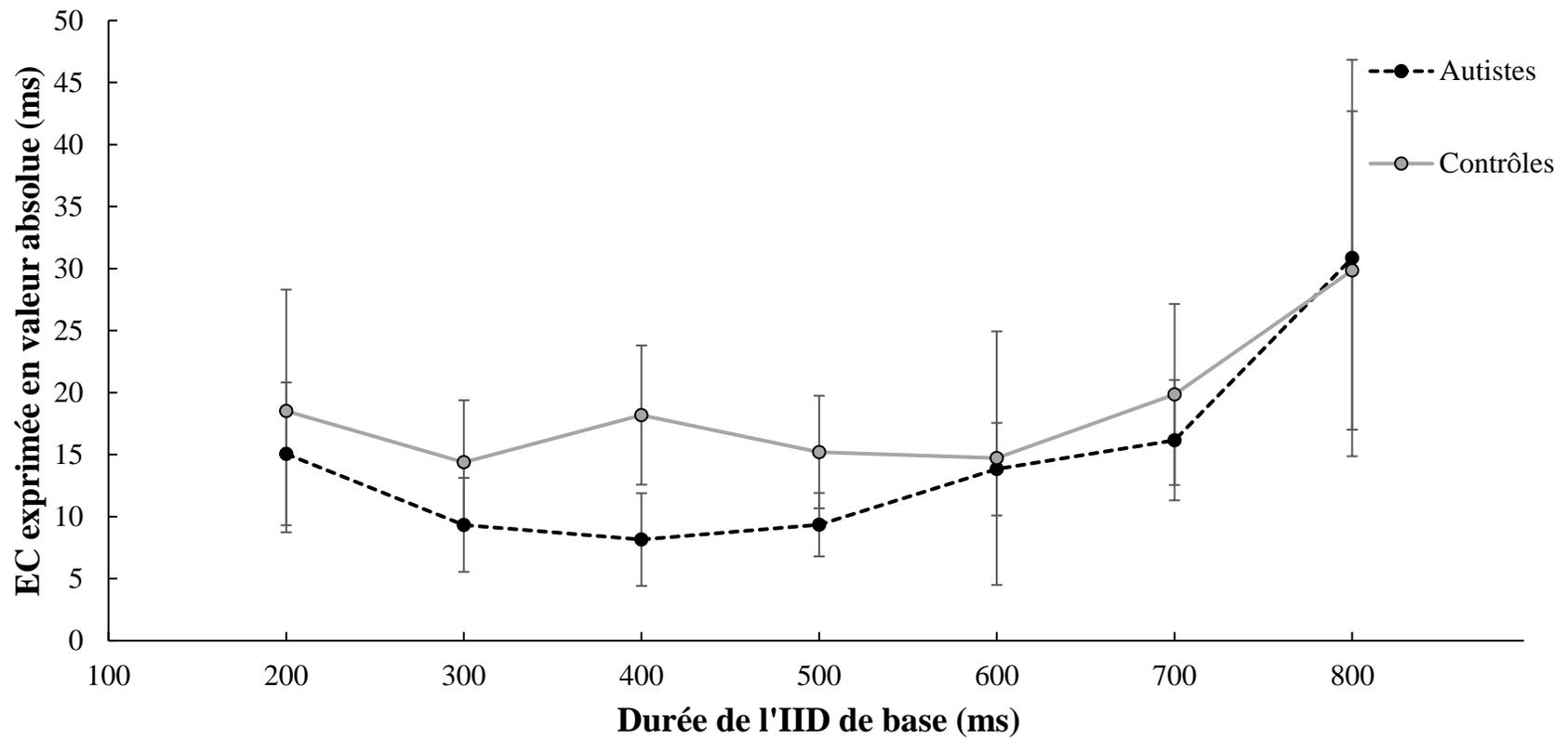


Figure 10. Moyenne de l'EC exprimée en valeur absolue en fonction du groupe et de la durée de l'IID de base, ou du standard. Une barre d'erreur équivaut à l'intervalle de confiance à 95%.

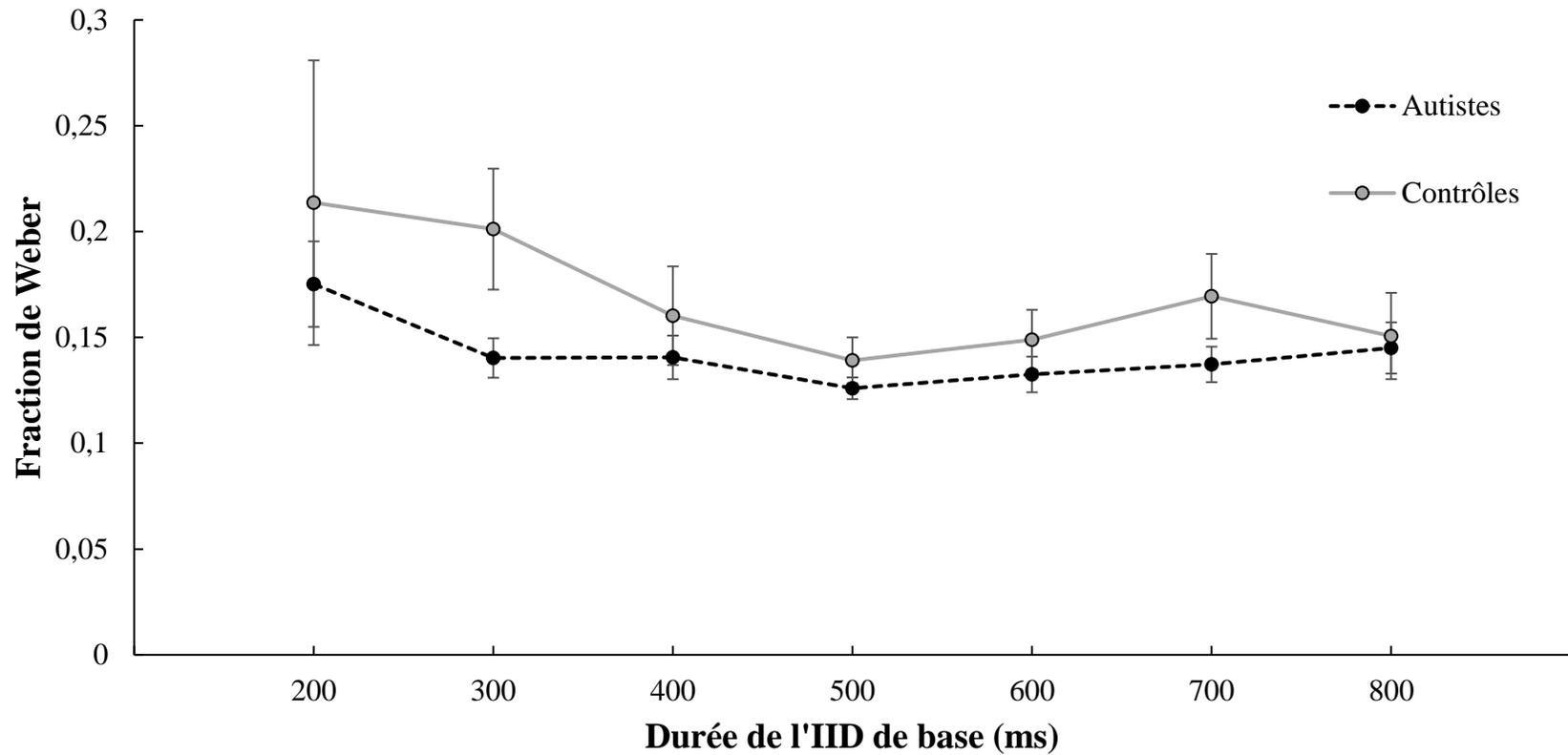


Figure 11. Moyenne de la fraction de Weber en fonction du groupe et de la durée de l'IID de base, ou du standard. Une barre d'erreur équivaut à l'intervalle de confiance à 95%.