UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LA RÉGULATION TEMPORELLE CHEZ LES ENFANTS TOUT-VENANT ET LES ENFANTS AYANT UN TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME EXPOSÉS À UN PROGRAMME DE RENFORCEMENT DIFFÉRENTIEL DES DÉBITS LENTS

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
MÉLISSA GAUCHER

JUILLET 2019

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.10-2015). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Mes plus sincères remerciements vont à mon directeur de thèse, le professeur Jacques Forget, pour son soutien, son implication, ses qualités de pédagogue, et la passion pour l'analyse du comportement qu'il a su me transmettre dès les premiers cours à l'université.

Je remercie également chaleureusement le professeur Céline Clément pour ses précieux conseils et l'opportunité qu'elle m'a offerte. Grâce à elle, ce projet de recherche a pu se dérouler dans de bonnes conditions en France.

Il convient de souligner l'aide précieuse de Bernard St-Louis qui a réalisé la programmation informatique. Merci également aux assistants de recherche qui ont fait la cotation des comportements collatéraux et l'observation vidéo : Catherine Ethier, Iliane Houle et Caroline Montigny. Je tiens à souligner le travail de Paméla Tucci, qui m'a apporté son aide pour l'étude 1 dans le cadre de son mémoire de Master 1 à l'Université de Strasbourg.

Merci à mes collègues de laboratoire qui ont rendu ce parcours plus agréable : Mélanie, Mélina, Catherine, Gabrielle, Stéphanie, Marie, Geneviève, Pier-Olivier… Merci à Philippe pour les discussions statistiques et théoriques enrichissantes et à Stéphane qui m'a soutenue à un moment clé de ce projet.

Pour le recrutement et l'expérimentation à Strasbourg et à Paris, l'aide de Dr Benoit Dutray, de Dr Carmen Schroder, et de Dr Pascale Isnard a été grandement appréciée. Et surtout, merci aux enfants ayant participé à ce projet et à leurs parents.

Je remercie mes parents Ginette et Michel, qui sont mes plus grands fans, ainsi que mon frère Olivier pour leurs encouragements et leur soutien indéfectible jusqu'à la fin. Merci à Lucie, Robert, Corinne, Dominique et Viviane pour leur aide lors de la pré-expérimentation. J'exprime toute ma gratitude à Mathieu pour son aide dans l'entrée et l'analyse des données, pour le soutien qu'il m'a apporté tout au long de ce projet en France et surtout pour la compréhension dont il a fait preuve.

Finalement, je dédie cette thèse à ma fille, Adèle. J'espère qu'elle y verra qu'avec de la persévérance et un entourage bienveillant, on peut accomplir de belles choses.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....ii

LISTE DES TABLEAUX.....vi

LISTE DES ABRÉVIATIONS viii

RÉSUMÉ.....x

CHAPITRE I
INTRODUCTION 1

1.1. L'ajustement au temps.....1
1.2. Les programmes de renforcement à composante temporelle 8
1.2.1. Les programmes de renforcement à intervalle fixe (FI) 9
1.2.2. Les programmes de renforcement différentiel des débits lents (DRL) 11
1.3. La réponse aux programmes de renforcement à composante temporelle ...12
1.3.1. La réponse aux programmes de renforcement à composante temporelle chez les animaux.....12
1.3.1.1. La régulation temporelle chez les animaux dans les programmes FI.....13
1.3.1.2. La régulation temporelle chez les animaux dans les programmes DRL.....14
1.3.2. La régulation temporelle chez l'humain en FI 15
1.3.2.1. La régulation temporelle chez les adultes dans les programmes FI.....15
1.3.2.2. La régulation temporelle chez les enfants dans les programmes FI.....16
1.3.3. La régulation temporelle chez l'humain dans les programmes DRL.....18
1.3.3.1. La régulation temporelle chez les adultes dans les programmes DRL.....19
1.3.3.2. La régulation temporelle chez les enfants dans les programmes DRL.....20
1.4. Les variables pouvant influencer la régulation temporelle chez l'enfant.....21
1.4.1. Le langage 22
1.4.2. La modalité de réponse 23
1.4.3. La nature des renforçateurs octroyés 24
1.4.4. La durée de l'intervalle 25
1.4.5. Les comportements collatéraux 26
1.5. Les troubles neurodéveloppementaux et l'ajustement temporel 26
1.5.1. Le déficit d'attention avec ou sans hyperactivité 27
1.5.2. Le temps chez les enfants ayant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité 28

1.5.3. Le trouble du spectre de l'autisme 30
1.5.4. Le temps chez les personnes ayant un TSA 33
1.6. Les objectifs 36

CHAPITRE II
ÉTUDE 1 - LA RÉGULATION TEMPORELLE EN DRL CHEZ
L'ENFANT TOUT-VENANT 39

CHAPITRE III
ÉTUDE 2 – LA RÉGULATION TEMPORELLE CHEZ LES
ENFANTS AYANT UN TROUBLE DU SPECTRE DE
L'AUTISME EXPOSÉS À UN PROGRAMME DE RENFORCEMENT
DIFFÉRENTIEL DES DÉBITS LENTS 85

CHAPITRE IV
ÉTUDE 3 - LA MESURE DES COMPORTEMENTS COLLATÉRAUX
ÉMIS DANS LE CADRE D'UN PROGRAMME DE RENFORCEMENT
À COMPOSANTE TEMPORELLE CHEZ L'ENFANT 127

CHAPITRE V
DISCUSSION GÉNRÉALE 173

5.1. Les contributions scientifiques.....173
5.1.1. La régulation temporelle chez l'enfant tout-venant 174
5.1.2. La régulation temporelle chez l'enfant ayant un TSA 178
5.1.3. Les comportements collatéraux chez l'enfant tout-venant 183
5.2. Les limites de la thèse 186
5.3. Les apports de la thèse 187
5.4. Les perspectives de recherches futures 189

ANNEXE 1
CONFIRMATION DE SOUMISSION ARTICLE 2 193

ANNEXE 2
GUIDE D'OBSERVATION DES COMPORTEMENTS COLLATÉRAUX 195

APPENDICE A
CERTIFICAT ÉTHIQUE DE L'UQAM 215

APPENDICE B
LETTRE D'INFORMATION ET FORMULAIRES DE CONSENTEMENT
PARENTAL POUR LE QUÉBEC ET LA FRANCE 217

APPENDICE C
FORMULAIRE D'ENTENTE DE CONFIDENTIALITÉ SIGNÉ PAR LES ASSISTANTS DE RECHERCHE 227

RÉFÉRENCES.....229

LISTE DES FIGURES

1.1. Modèle de la Scalar Expectancy Theory 4

1.2. Présentation du Multiple Time Scale Model 8

1.3. Représentation des principaux événements dans un programme FI 10

1.4. Illustration des principes du programme DRL 20 secondes 11

1.5. Présentation des patrons de réponse typiques de l'animal en FI, sous forme de courbes cumulées.....13

1.6. Scallop et break and run 14

1.7. Présentation des patrons de réponse typiques de l'humain en FI, sous forme de courbes cumulées 16

1.8. Performance des participants dans un programme DRL 24s (Laties & Weiss, 1962) 19

2.1. Proportion of reinforced IRTs in the last four sessions of DRL5 and DRL20 for all the subjects. 76

2.2. Mean proportion of reinforced IRTs on the three last sessions in DRL5 and DRL20 for all subjects in order of age. 77

2.3. Mean distribution of IRTs in the last sessions of DRL 5 s and DRL 20 s by age group and IRTs/OP in DRL 5 s 78

2.4. Mean optimisation coefficient on the three last sessions in DRL 5 s and DRL 20 s for all subjects in order of age. 79

2.5. DRL 5. Proportion of reinforced IRTs, of IRTs near the delay (4s-7s), and proportion of responses <1s for each session and each subject in order of age. 80

2.6. DRL 20. Proportion of reinforced IRTs, of IRTs near the delay (18s-24s), and proportion of responses <1s for each session and each subject

in order of age. 81
2.7. Response rate in DRL 5 and DRL 20 for each subject in order of age on all sessions. 82
2.8. Cumulative records for the last 3 sessions in DRL 5 for S14. 83
3.1. Mean proportion of reinforced IRTs on the three last sessions for all participants presented in order of ascending intellectual quotient 122
3.2. Mean optimization coefficient calculated on the three last sessions in the DRL 5-s and the DRL 20-s conditions for all participants 123
3.3. Proportion of reinforced IRTs, of IRTs between 4 s and 7 s, and of responses < 1 s in the DRL 5 s condition for all participants 124
3.4. Proportion of reinforced IRTs, of IRTs between 18 s and 24 s, and of responses < 1 s in the DRL 20 s condition for all participants 125
4.1. Apparition répétée des comportements collatéraux au cours des programmes à intervalle 131
4.2. Nombre de comportements vocaux, moteurs globaux, moteurs fins et d'inactivité par minute au cours de chaque séance en DRL 5 s et en DRL 20 s. 146
4.3. Performance en DRL 5 s et en DRL 20 s illustrée par la proportion d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible et d'IRTs sous 1 s pour S12 148
4.4. Nombre de comportements collatéraux par minute émis au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S12 148
4.5. Type de comportements vocaux, moteurs et autres observés au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S12 151
4.6. Performance en DRL 5 s et en DRL 20 s illustrée par la proportion d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible et d'IRTs sous 1 s pour S13. 152
4.7. Nombre de comportements collatéraux par minute émis au cours des

séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S13 152
4.8. Type de comportements vocaux, moteurs et autres observés au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S13. 155
4.9. Performance en DRL 5 s et en DRL 20 s illustrée par la proportion d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible et d'IRTs sous 1 s pour S15 156
4.10. Nombre de comportements collatéraux par minute émis au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S15 157
4.11. Type de comportements vocaux, moteurs et autres observés au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S15 160
4.12. Performance en DRL 5 s et en DRL 20 s illustrée par la proportion d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible et d'IRTs sous 1 s pour S17 161
4.13. Nombre de comportements collatéraux par minute émis au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S17 162
4.14. Type de comportements vocaux, moteurs et autres observés au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S17 165

LISTE DES TABLEAUX

2.1. Subject number, gender, age, and standard scores for full scale IQ (FSIQ), verbal IQ (VIQ), performance IQ (PIQ) and receptive language (RL) 74

2.2. Summary of intercorrelations 75

3.1. Participant Identification, Diagnosis, IQ and Receptive Language Scores.....119

3.2. Summary of Intercorrelations for Age, IQ and Receptive Language Scores, and the Proportion of Reinforced IRTs in the DRL 5-s and DRL 20-s Schedules 120

3.3. Response Rates in DRL 5 s and DRL 20 s.....121

4.1. Caractéristiques des participants 138

4.2. Classification globale des comportements collatéraux 140

4.3. Classification détaillée des comportements collatéraux (Gaucher, 2013).....141

4.4. Description des comportements collatéraux au cours des 4 dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S12 149

4.5. Description des comportements collatéraux au cours des 4 dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S13 153

4.6. Description des comportements collatéraux au cours des 4 dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S15 157

4.7. Description des comportements collatéraux au cours des 4 dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S17 162

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AIJ	Accord inter-juges
ASD	Autism Spectrum Disorder
BeT	Behavioral Theory of Timing (Théorie comportementale du temps)
DRL	Programme de renforcement différentiel des débits lents (*angl. Differential reinforcement-of-low-rates schedule*)
DSM	Manuel Diagnostic et Statistique des Troubles Mentaux
ET	Écart-type
FI	Programme de renforcement à intervalle fixe (*angl. fixed-interval schedule*)
FR	Programme de renforcement à proportion fixe (*angl. fixed-ratio schedule*)
FSIQ	Full-Scale IQ
GLC	General Language Composite
IQ	Intellectual Quotient
IRI	Intervalle inter renforcement
IRT	Intervalle inter réponse
M	Moyenne (mean)
MTS	Multiple Time Scale Model
PIQ	Performance IQ

QI	Quotient intellectuel
RL	Receptive language
s	secondes
SD	Standard deviation
SET	Scalar Expectancy Theory
TD	Typically developing
TDAH	Déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité
TSA	Trouble du spectre de l'autisme
VIQ	Verbal IQ
WPPSI-III	*Wechsler Intelligence Scale for pre-school and primary school period, 3rd Edition*
PPVT-IV	*Peabody Picture Vocabulary Test – PPVT*

RÉSUMÉ

L'objectif de cette thèse est d'explorer les capacités de régulation temporelle chez l'enfant tout-venant et l'enfant ayant un trouble du spectre de l'autisme (TSA) lorsqu'ils sont exposés à un programme de renforcement différentiel des débits lents (DRL). Trois études empiriques ont été réalisées dans le cadre de ce projet. Les deux premières études sont présentées sous forme d'article et portent sur l'ajustement des réponses au programme DRL. La troisième étude porte sur la mesure des comportements collatéraux chez les enfants tout-venant répondant à un programme DRL.

La première étude évalue la régulation temporelle chez les enfants tout-venant avec un programme DRL. Les objectifs sont d'évaluer l'ajustement temporel avec des durées distinctes, d'évaluer le lien entre la performance en DRL, le quotient intellectuel (QI) et le langage réceptif, et d'observer les patrons de réponses inter-séances. Onze enfants âgés de 2,6 à 7 ans ont participé à cette étude. Ils ont d'abord été exposés à un DRL 5 s, puis à un DRL 20 s. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de corrélation significative entre le langage, le QI et l'ajustement temporel. Dans la première condition, sept enfants ont développé une régulation temporelle. Dans la seconde, six enfants ont ajusté leurs réponses à la durée du programme. En DRL 5 s, l'âge des participants s'est révélé être corrélé avec la performance, alors qu'en DRL 20 s, les patrons de réponses étaient moins stables. Néanmoins, dans les deux conditions expérimentales, les enfants âgés de 4,6 ans et plus ont présenté moins de bouffées de réponses, un débit de réponse plus lent, un taux de réponses renforcées plus important et un plus grand coefficient d'optimisation.

La deuxième étude évalue la régulation temporelle chez les enfants ayant un TSA à l'aide d'un programme DRL. Seize enfants âgés de 3,2 à 6,8 ans ont participé à cette étude. Les mêmes conditions expérimentales que pour l'étude 1 ont été mises en place, soit l'exposition à un DRL 5 s, puis à un DRL 20 s. Le QI et le langage réceptif ont également été évalués. Les résultats montrent que les enfants avec un QI plus élevé et un meilleur niveau de langage réceptif répondent de façon plus précise au programme de renforcement. De façon générale, la performance est meilleure en DRL 5 s qu'en DRL 20 s, mais davantage de précision est observée dans cette dernière condition. Par ailleurs, les enfants qui présentent un ajustement temporel en DRL 5 s sont plus susceptibles d'ajuster précisément leurs réponses en DRL 20 s. La troisième étude porte sur les comportements collatéraux. Ce sont des

comportements émis par les sujets exposés à des programmes de renforcement à composante temporelle. Cette étude vise à mesurer les comportements collatéraux émis par quatre enfants âgés de 2,8 à 5,8 ans soumis à un programme DRL. Une grille d'observation a été conçue dans le cadre de cette étude. Les comportements collatéraux ont été observés au cours des quatre dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s, puis ils ont été quantifiés et comparés en fonction de la durée du programme DRL. Les résultats montrent des différences interindividuelles et une variabilité comportementale inter-séances importante. Aucune relation entre un type précis de comportements collatéraux et la performance en DRL n'a pu être établie. Il apparaît ainsi que tous les types de comportements collatéraux pourraient être liés à une régulation temporelle précise s'ils permettent d'espacer suffisamment les réponses pour augmenter le taux de renforcement.

Mots clés : Enfants, régulation temporelle, programmes de renforcement différentiel des débits lents, comportements collatéraux, trouble du spectre de l'autisme

Key words: children, temporal regulation, differential reinforcement of low-rates schedules, collateral behaviors, autism spectrum disorder

CHAPITRE I

INTRODUCTION

1.1. L'ajustement au temps[1]

Le temps peut être classé en deux grandes catégories : le temps biologique et le temps psychologique (Macar, 1995). Le temps biologique fait surtout référence aux rythmes biologiques. Ces derniers se rapportent principalement aux rythmes phylogénétiquement déterminés qui sont autorégulés et découlent de l'histoire phylogénétique de l'espèce. L'activité endocrinienne, les cycles menstruels et la température corporelle constituent des exemples de ces rythmes biologiques. Ils correspondent à des formes d'adaptation évolutive et sont relativement insensibles aux processus d'apprentissage (Richelle & Lejeune, 1980).

Les rythmes ontogénétiquement déterminés réfèrent quant à eux à l'estimation du temps lorsque son maintien dépend de signaux environnementaux. Ils correspondent au temps psychologique et constituent des ajustements à des événements ponctuels et éventuellement réguliers. Ils sont dépendants de processus développementaux mais également d'apprentissage. Toutefois, il n'est pas exclu que ces rythmes soient liés aux mécanismes biologiques, tout comme les rythmes biologiques peuvent être en lien avec des signaux externes. Les rythmes sous le contrôle de signaux externes sont

---

[1] Dans la littérature scientifique francophone, les termes *ajustement temporel* (Pouthas, 1995), *ajustement au temps* (Clément, 1999) ainsi qu'*ajustement à des contraintes temporelles* (Clément, 2004) sont utilisés.

souvent des réactions motrices et instrumentales et ils impliquent fréquemment des durées très courtes, allant de quelques secondes à quelques minutes. La qualité de l'ajustement de l'organisme dans l'estimation temporelle est dépendante de l'information fournie par l'horloge externe. Si les signaux de l'horloge externe sont absents, la qualité de la régulation diminue jusqu'à s'éteindre (Richelle & Lejeune, 1980).

Afin d'identifier les conditions comportementales et environnementales, y compris temporelles, affectant le comportement de l'animal et de l'humain, les chercheurs en analyse du comportement utilisent des programmes de renforcement. Ceux-ci sont des conditions précisant les comportements opérants[2] qui seront renforcés[3] (Catania, 1992). Ils permettent de décrire les termes des contingences de renforcement (Donahoe & Palmer, 1994). Deux types de programmes de renforcement sont utilisés dans l'étude de l'ajustement au temps chez l'animal et l'humain[4] : les programmes de discrimination temporelle et les programmes de régulation temporelle. Dans les programmes de discrimination temporelle, le sujet doit discriminer les aspects temporels d'un stimulus (durée, vitesse, rythme). Dans les programmes de régulation temporelle, le sujet doit ajuster son comportement aux contraintes temporelles (Clément, 2008).

Le temps psychologique réfère à la perception de la durée, à l'estimation du temps (Droit-Volet, 2005). Plusieurs modèles théoriques pour expliquer le temps psychologique ont été proposés. Parmi ceux-ci, trois modèles retiennent davantage l'attention des chercheurs en analyse du comportement : le modèle de la Scalar

---

[2] Un *opérant* est une classe de réponses qui est modifiée par ses conséquences (Catania, 1992).

[3] Une procédure de renforcement conduit à l'augmentation de la fréquence de réapparition d'un comportement (Clément, 2006)

[4] Bien que biologiquement, l'humain soit un animal, le terme « animal » est utilisé ici exclusivement en référence aux espèces non humaines (Bentall & Lowe, 1987).

Expectancy Theory (SET), basé sur l'approche cognitive du temps, la théorie comportementale du temps (BeT) et le Multiple Time Scale Model (MTS), appuyé par l'analyse expérimentale du comportement.

L'approche cognitive considère l'ajustement aux contraintes temporelles comme la résultante de l'activité d'une horloge interne. Le modèle de traitement de l'information temporelle (Scalar Expectancy Theory, SET), développé par Church (1984), postule que l'ajustement au temps s'effectue grâce à plusieurs structures cognitives dont l'horloge, constituée d'un oscillateur, d'un interrupteur et d'un accumulateur. Le modèle de la SET présenté à la Figure 1 spécifie trois étapes qui seraient nécessaires au traitement de l'information temporelle : le traitement du stimulus par l'horloge, l'étape de transmission mnésique et le processus de décision (Church, 1984). Lorsqu'un stimulus temporel est présenté, l'interrupteur se ferme, permettant à l'accumulateur de recevoir les impulsions de l'oscillateur. L'interrupteur s'ouvre dès la fin de la présentation du stimulus. Cette étape aurait pour fonction la transformation du temps physique en temps psychologique. Les impulsions sont par la suite transmises en mémoire de référence. Les impulsions cumulées en mémoire de travail et celles en mémoire de référence sont comparées et cela conduit à un processus décisionnel entraînant l'émission ou non d'une réponse (Clément, 2004).

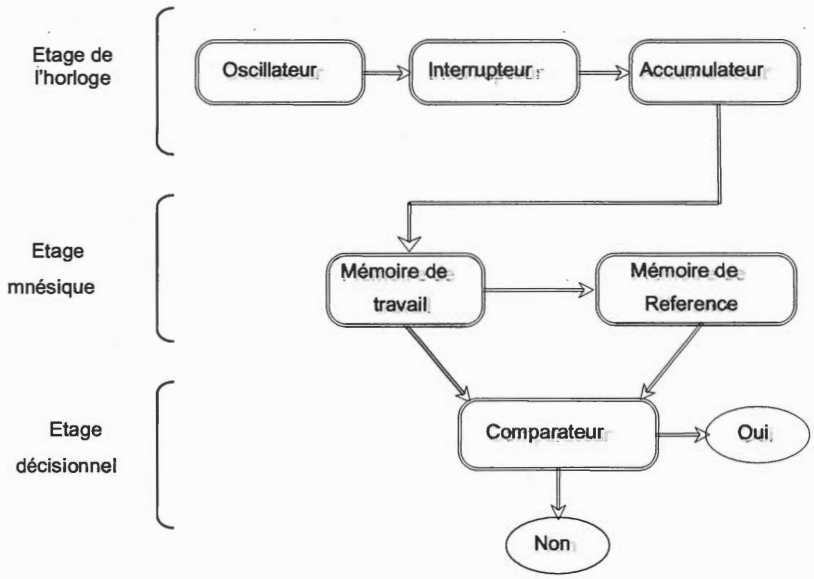


Figure 1. Modèle de la SET d'après Gibbon (1984), dans Clément, 2008

Ce modèle est critiqué par de nombreux chercheurs en analyse expérimentale du comportement. La principale critique concerne l'inférence de l'existence d'horloges internes. Des comportements produits aussi régulièrement que s'ils étaient sous le contrôle d'une horloge doivent-ils nécessairement impliquer l'action d'une horloge ou pourraient-ils être expliqués plus simplement?

La théorie comportementale du temps (BeT) se base sur la quantification du comportement. Tout comme la SET, elle propose l'existence d'une horloge interne (oscillateur), mais se montre plus parcimonieuse (Killeen & Fetterman, 1988). Elle fait l'économie des substrats mnésiques notamment. L'oscillateur se situerait à l'intérieur de l'organisme et le « compteur » serait la capacité de l'organisme à utiliser divers états d'actions. Ces états peuvent être observés par l'émission de suites de comportements collatéraux. Chaque comportement servirait de stimulus discriminatif pour le suivant et l'enchainement de ces comportements serait médiateur de l'ajustement temporel. L'oscillateur serait à l'origine des transitions

entre les comportements et le débit de celui-ci dépendrait du débit du renforcement. La théorie prédit qu'une augmentation du débit de renforcement entrainerait une hausse proportionnelle de la vitesse de l'oscillateur (Killeen & Fetterman, 1988). Toutefois, de nombreuses études montrent que d'autres facteurs sont à l'origine des changements de vitesse de l'oscillateur, tels que la densité du renforçateur, la motivation, la quantité d'attention accordée à la tâche, et le niveau d'activation du sujet (Bizo, Chu, Sanabria, & Killeen, 2006; Church, 1984) et que la vitesse de l'oscillateur pourrait augmenter en l'absence de changement de débit de renforcement (Bizo & White, 1997).

Le modèle de la BeT utilise également le concept d'horloge interne, et son implication dans l'explication du contrôle temporel est contestée par plusieurs auteurs (Clément, 2004; Dragoi, Staddon, Palmer, & Buhusi, 2003). Plusieurs arguments plaident en défaveur de l'existence d'horloges internes : (a) l'humain s'est doté d'horloges externes (p. ex., les sabliers, les horloges, les montres), et la qualité de l'ajustement de son comportement au temps, lorsqu'il est en présence de celles-ci, augmente considérablement; (b) l'animal et l'humain émettent des comportements collatéraux[5] dans des programmes de régulation temporelle, et le contrôle temporel est altéré lorsqu'il devient impossible pour le sujet de les émettre; (c) la variabilité interindividuelle dans les programmes mesurant la régulation temporelle est considérable (Clément, 2004).

Le Multiple Time Scale Model (MTS) ou modèle à multiples échelles de temps de Higa et Staddon (1997) se base sur le phénomène d'habituation. L'habituation se définit par la diminution de l'intensité d'une réponse suite à des présentations successives d'un stimulus (Clément, 2006). Ce modèle fait l'économie d'instances

[5] Un comportement collatéral est défini ici comme étant un comportement plus ou moins systématique, non requis par les programmes de renforcement, et qui est d'une durée fixe ou variable (Lejeune & Macar, 1994).

cognitives telles que l'horloge, rejette tout système d'oscillateur interne et insiste davantage sur l'acquisition de la régulation temporelle. Les auteurs postulent que le contrôle temporel pourrait reposer sur des apprentissages à caractère non temporel. Ce modèle maintient toutefois les processus mnésiques dans l'explication du contrôle temporel, considérant les traces mnésiques comme étant des stimuli discriminatifs[6]. Les valeurs des traces mnésiques feraient l'objet d'un apprentissage. Le modèle MTS s'appuie sur deux principes : (1) la variation comportementale et le choix des réponses sont résultantes de la concurrence entre des classes de réponses et (2) la modulation de cette rivalité entre les classes de réponse est dépendante de l'attention portée au taux de renforcement (Dragoi et al., 2003).

Trois classes de réponses sont définies dans le modèle. Les réponses provoquées (angl. *elicited responses*) apparaissent immédiatement après l'obtention du renforçateur dans un programme de renforcement à intervalles fixes (FI)[7] ou tout juste avant la réponse renforcée dans un programme de renforcement différentiel des débits lents (DRL)[8]. Les réponses intérimaires (angl. *interim responses*) correspondent aux comportements émis au milieu de l'intervalle inter renforcement (IRI). Les réponses terminales (angl., *terminal responses*) représentent les réponses renforcées, émises à la fin de l'IRI. Higa et Staddon (1997) attribuent la lettre *R* aux réponses terminales, et regroupent les autres réponses, les réponses provoquées et intérimaires, sous la

---

[6] Un stimulus discriminatif est un stimulus antécédent induisant une réponse et indiquant la spécificité des contingences de renforcement (Clément, 2006).

[7] Un programme FI est un programme de renforcement à composante temporelle. Dans ce programme, le renforçateur est disponible lors de l'émission de la première réponse suivant la fin de l'intervalle. Toutes les réponses émises avant la fin de l'intervalle n'ont aucune conséquence (Ferster & Skinner, 1957). Ce programme de renforcement est présenté plus en détail dans la section 1.2.1.

[8] Un programme DRL est également un programme de renforcement à composante temporelle. Dans ce programme, le renforçateur est disponible lors de l'émission de la première réponse suivant une durée spécifiée. Toute réponse émise avant la fin du délai fixé remet le compteur à zéro et le sujet doit attendre l'équivalent de la durée totale du délai avant d'émettre sa prochaine réponse pour pouvoir obtenir le renforçateur (Ferster & Skinner, 1957). Ce programme de renforcement est présenté plus en détail dans la section 1.2.2.

lettre *O* (Dragoi et al., 2003). Afin de clarifier le modèle, il est présenté sous forme de relations mathématiques (voir Équation 1). La compétition entre les comportements *O* et *R* s'accomplit dans un réseau simple à deux unités. Les auteurs proposent deux fonctions linéaires, en fonction du temps *t*, de *O* et de *R* :

Équation 1 $A_O(t) = W_{OR}R(t\text{-}1)$ et $A_R(t) = W_{RO}O(t\text{-}1)$ où :

- *O* et *R* correspondent à la valeur d'intensité de la réponse « autre » ou « terminale », différant en fonction du temps;
- $A_O(t)$ et $A_R(t)$ représentent l'activation de chacune des réponses en fonction d'un temps *t*;
- W_{OR} et W_{RO} sont des constantes exprimant la force de compétition entre les réponses *O* et *R*, et permettent de passer d'une classe de réponse à une autre.

La réponse, produite à un temps *t* suit la loi WTA (*winner-take-all*), c'est-à-dire que si $A_O > A_R$, la valeur maximale de 1 sera attribuée à A_O. Pareillement, si $A_R > A_O$, alors $A_R = 1$. Par la suite, la classe de réponse ayant été la plus activée par rapport au temps *t* est représentée comme une unité de sortie binaire : si $R > O$ alors la sortie est marquée 1, sinon 0.

Puisque le renforcement sert de base à l'établissement du contrôle temporel, une mémoire du renforcement commanderait la force de la compétition comportementale. Par conséquent, le niveau global d'attention, lié au taux de renforcement encodé en mémoire à court terme, déterminerait le taux d'émission des deux types de réponses (Dragoi et al., 2003). Le modèle est présenté à la Figure 2.

Ce modèle comporte plusieurs avantages. Il décrit avec parcimonie, en limitant le nombre de variables impliquées, les déterminants du contrôle temporel. Il permet

d'expliquer tant la stabilité des réponses que la variabilité comportementale et ce, tant pour les programmes FI que DRL (Dragoi et al., 2003).

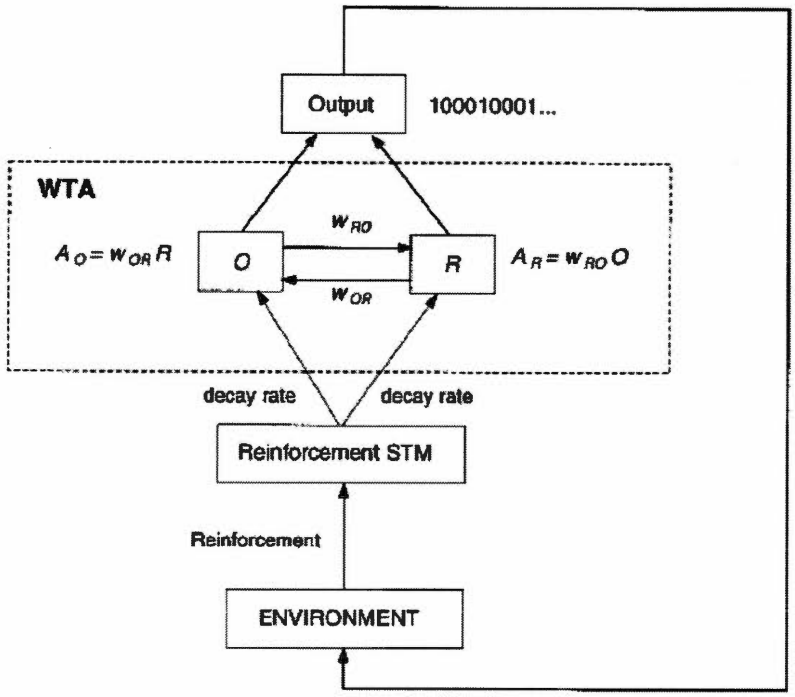


Figure 2. Présentation du modèle MTS. O et R sont les réponses, A_O et A_R les activations de chaque unité et W_{RO} et W_{OR} les forces de compétition entre les comportements O et R, suivant la loi *WTA*. Les conditions environnementales influencent la mémoire à court terme du renforcement, ce qui influence la réponse émise (Dragoi et al., 2003).

1.2. Les programmes de renforcement à composante temporelle

Dans le but de déterminer les conditions environnementales et comportementales affectant le comportement de l'animal, Ferster et Skinner ont développé des programmes de renforcement (Ferster & Skinner, 1957). Un programme de renforcement se définit comme étant une description des conditions présentes

lorsqu'une réponse est suivie par un renforçateur (Donahoe & Palmer, 1994). Ces programmes permettent la mise en évidence de la sensibilité des organismes aux conditions de leur environnement, incluant les conditions temporelles. Ils peuvent être définis sans référence à leur effet sur le comportement. Une réponse peut être renforcée sur une base temporelle en considérant le temps écoulé depuis le dernier renforcement lors d'un programme de renforcement par intervalles ou par rapport à un nombre de réponses émises depuis l'obtention du précédent renforçateur dans un programme de renforcement à proportion. Un programme de renforcement peut être fixe ou varier selon un plan prédéterminé. Cela donne lieu à quatre programmes de base : intervalle fixe, intervalle variable, proportion fixe et proportion variable (Ferster & Skinner, 1957).

Le comportement de régulation temporelle a été observé et mesuré à l'aide des procédures opérantes chez l'animal (particulièrement le pigeon et le rat), mais également chez l'enfant et l'adulte humain. La régulation temporelle est principalement observée par deux types de programmes : les programmes FI et les programmes DRL (Clément, 2008).

1.2.1. Les programmes de renforcement à intervalle fixe (FI)

Dans un programme FI, la première réponse émise après un délai spécifique suivant le précédent stimulus de renforcement est renforcée. Toutes les réponses émises avant la fin de l'intervalle n'ont aucune conséquence (Ferster & Skinner, 1957). La régulation temporelle n'est pas nécessaire à l'obtention du renforçateur. Si elle émerge tout de même, la régulation temporelle est dite spontanée (Richelle & Lejeune, 1980).

La qualité de la régulation temporelle est évaluée principalement à l'aide d'enregistrements cumulatifs. Ceux-ci permettent de relier le temps écoulé et le nombre de réponses émises. Plus les réponses sont rapprochées les unes des autres, plus la pente de la courbe est abrupte. D'autres paramètres, tels que la durée de la pause post-renforcement, la distribution des réponses dans l'intervalle, le point de rupture (Schneider, 1969) et l'indice de courbure (Fry, Kelleher, & Cook, 1960) relèvent les faits importants de l'ajustement aux contraintes temporelles (Richelle & Lejeune, 1980). La pause post-renforcement correspond à l'intervalle de temps écoulé entre la fin de la présentation du stimulus de renforcement et l'émission de la première réponse au cours de l'essai. Le point de rupture, ou point d'accélération maximum, indique le moment où l'accélération du débit de réponses est maximale. L'indice de courbure est basé sur les enregistrements cumulatifs des réponses. Lorsque le débit de réponses est constant, l'indice est égal à zéro, alors qu'il aura des valeurs positives si le débit de réponses maximum a lieu en fin d'intervalle (Clément, 1999). La Figure 3 illustre les principaux événements dans un programme FI, soit la distribution des réponses opérantes à l'intérieur de l'intervalle (R), la disponibilité du renforçateur (RF A) et sa distribution (RF). Un enregistrement cumulé est également présenté, avec en abscisse, le temps écoulé, et en ordonnée, le nombre de réponses émises au cours de la séance expérimentale.

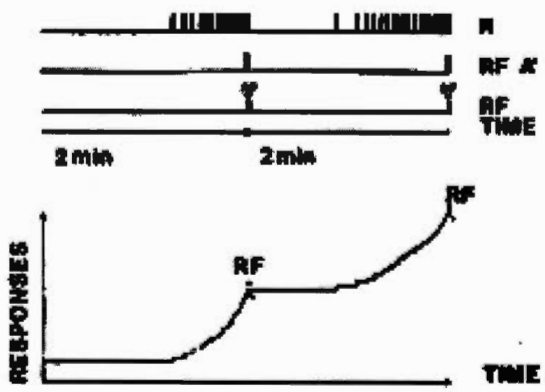


Figure 3 : Représentation des principaux événements dans un programme FI. De haut en bas : réponses opérantes (R) ; disponibilité du renforçateur (RF A), distribution du renforçateur (RF), temps. Dans l'enregistrement cumulatif, l'abscisse correspond au temps écoulé et l'ordonnée au nombre de réponses cumulées au cours de deux essais (Richelle & Lejeune, 1980).

1.2.2. Les programmes de renforcement différentiel des débits lents (DRL)

Dans un programme DRL, une réponse n'est renforcée que si et seulement si, elle suit la réponse précédente d'un intervalle de temps minimal. Une réponse émise avant la fin de l'intervalle entraîne la remise à zéro du compteur (Clément, 1999; Ferster & Skinner, 1957). Une régulation temporelle est donc requise pour l'obtention d'un stimulus de renforcement (Richelle & Lejeune, 1980). La figure 4 illustre le fonctionnement d'un programme DRL.

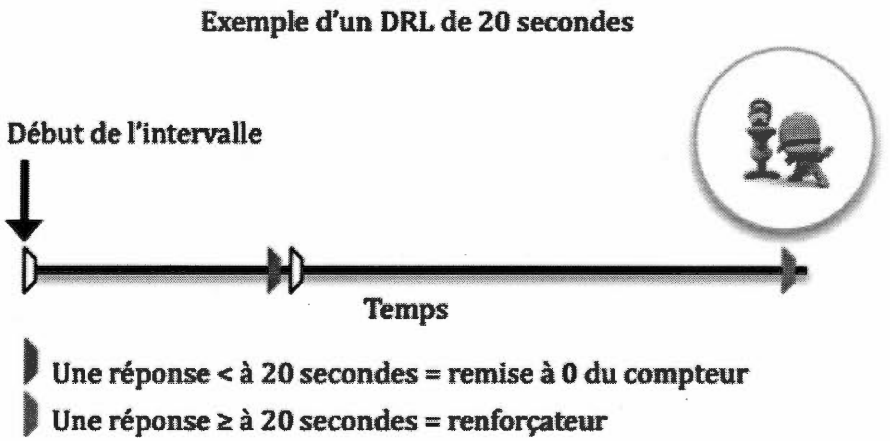


Figure 4. Illustration des principes du programme DRL 20 secondes

Le calcul des intervalles inter réponses (IRTs) permet d'évaluer la performance des participants (Ferster & Skinner, 1957). Une amélioration de la performance se manifeste par l'augmentation de la proportion des IRTs proches de la valeur établie par le programme. La distribution des IRTs et la moyenne des IRTs sont des mesures généralement observées dans les études utilisant des programmes DRL. Pour évaluer la performance, la proportion d'IRTs renforcés est également utilisée. Lorsque cette proportion est inférieure à 30 %, la régulation temporelle est considérée comme peu précise (Clément, 1999). La médiane est parfois analysée en complément aux mesures de la moyenne des IRTs et de la proportion des IRTs renforcés. Elle apporte une information supplémentaire sur la distribution des réponses.

1.3. La réponse aux programmes de renforcement à composante temporelle

Plusieurs études ont été effectuées auprès d'animaux, principalement le pigeon et le rat mais également chez l'humain. Les patrons de réponse chez l'humain sont caractérisés par des différences inter individuelles importantes, en particulier dans les programmes FI.

1.3.1. La réponse aux programmes de renforcement à composante temporelle chez les animaux

Les comportements de l'animal dans les programmes temporels opérants montrent leur sensibilité aux contraintes temporelles de l'environnement. Les animaux sont sensibles aux contingences de renforcement et ajustent généralement leur comportement, tant en FI qu'en DRL (Richelle et Lejeune, 1980).

1.3.1.1. La régulation temporelle chez les animaux dans les programmes FI

En FI, les animaux montrent des patrons de réponse de type « scallop» (feston[9]), c'est-à-dire qu'après une pause post-renforcement, il y a une accélération du débit de réponse (Dews, 1970). Ce patron est dénommé « scallop » à cause du graphisme des courbes cumulées (Skinner, 1938). La régulation temporelle est mise en évidence par l'augmentation de la pause post-renforcement proportionnelle à l'augmentation de l'intervalle du FI.

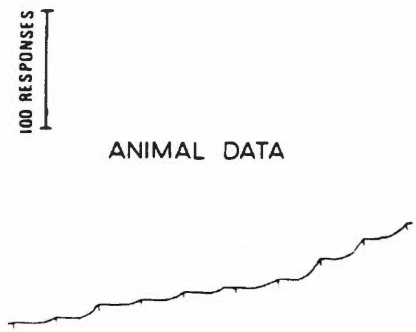


Figure 5 : Présentation des patrons de réponse typiques de l'animal en FI, sous forme de courbes cumulées (Lowe, 1979).

La régulation temporelle peut être observée par l'augmentation de la pause post-renforcement lors d'une augmentation de la valeur du FI. Par ailleurs, un autre patron de réponse peut être observé plus ponctuellement chez les animaux. Le « break and run » (Schneider, 1969) se caractérise par une pause post-renforcement, suivie d'un taux de réponse élevé qui persiste jusqu'à la fin de l'intervalle (Figure 6).

[9] Comme l'usage le permet, le terme « scallop » sera utilisé tel quel dans cette thèse.

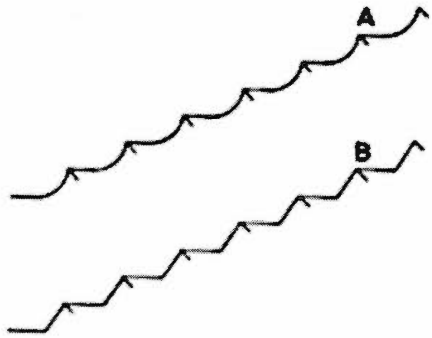


Figure 6. Scallop (A) et break and run (B) (Richelle et Lejeune, 1980).

1.3.1.2. La régulation temporelle chez les animaux dans les programmes DRL

Après plusieurs séances dans ce programme, le patron de réponse généré par les animaux est un débit de réponses lent et stable (Jasselette, Lejeune, & Wearden, 1990). Ils ajustent leur comportement aux contraintes temporelles en place. Des comportements collatéraux peuvent être observés chez les animaux placés dans un programme DRL. Les principaux comportements observés chez le pigeon sont battre des ailes, se déplacer en rond et se lisser le plumage (Lejeune & Macar, 1994). Chez le rongeur, les études rapportent les comportements de grimper, faire sa toilette, fureter avec le museau, lécher de l'air, se mordiller la queue, lécher le plancher, gratter avec les pattes de devant, des comportements de pica et de course dans une roue d'exercice (Falk, 1986; Laties, Weiss, Clark, & Reynolds, 1965; Lejeune, Cornet, Augusto Ferreira, & Wearden, 1998). Chez le primate, l'utilisation de clés collatérales a été observée (Boren, 1969).

Ces comportements, ou du moins l'effort fourni pour les émettre, pourraient avoir pour fonction de se repérer dans le temps afin d'émettre la réponse après la fin de l'intervalle.

1.3.2. La régulation temporelle chez l'humain en FI

Chez les adultes, deux patrons de réponse sont typiques dans les programmes FI alors que chez l'enfant, les résultats sont moins constants d'une étude à l'autre.

1.3.2.1. La régulation temporelle chez les adultes dans les programmes FI

Deux patrons de réponse sont habituellement générés lorsque des adultes humains sont placés dans le programme FI. Le premier est un débit de réponses élevé et constant avec ou sans pause post-renforcement. Le second est un débit de réponse lent consistant en l'émission d'une ou quelques réponses à la fin de l'intervalle de temps. Il s'agit, dans ce cas, de régulation temporelle, la valeur de la pause post-renforcement variant avec le changement de la durée du FI. La régulation temporelle émerge sans qu'elle ne soit requise pour l'obtention du renforçateur.

Toutefois, de récents résultats issus des données d'un nombre relativement important de sujets (32 adultes âgés de 19 à 25 ans), tendent à montrer qu'il existe une variabilité interindividuelle assez importante. Trois patrons de réponse sont notés (Okouchi, 2002). Il s'agit du débit élevé et du débit lent, observés dans les précédentes études (Buskist, Bennett, & Miller, 1981), mais aussi d'un débit de réponses modéré (Okouchi, 2002). Ce dernier type de réponses correspond à une pause post-renforcement modérée ainsi qu'à un taux de réponse moyen.

Le comportement de l'adulte est régi par des règles. Effectivement, lorsqu'il est placé dans un programme de renforcement avec contraintes temporelles, l'adulte humain tente de décrire les contingences du programme afin de répondre adéquatement (Leander, Lippman, & Meyer, 1968; Lippman & Meyer, 1967). Dans un programme FI, l'adulte peut considérer le programme comme un programme à proportion ou

comme un programme à intervalles. Dans le premier cas, il croit devoir émettre un certain nombre de réponses pour obtenir le renforçateur. Dans le cas où il pense être dans une situation de programme à intervalles, il juge qu'il lui faut attendre un certain temps avant d'émettre une réponse (Leander et al., 1968; Lippman & Meyer, 1967). Le comportement collatéral le plus souvent observé dans le cas où le participant croit être dans un programme à intervalles est le comptage. Les règles de réponses déduites par les participants influencent leurs comportements mais les instructions qui leurs sont données également (Catania, Matthews, & Shimoff, 1982).

1.3.2.2. La régulation temporelle chez les enfants dans les programmes FI

Une synthèse des données obtenues dans les études évaluant le contrôle temporel chez les enfants dans les programmes FI (Clément, Lattal, Rivière, & Darcheville, 2007) montre que les jeunes peuvent présenter des patrons observés typiquement chez l'animal (scallop), ou chez l'adulte humain (Figure 7).

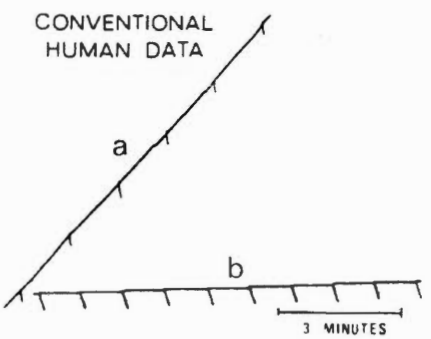


Figure 7 : Présentation des patrons de réponse typiques de l'humain en FI, sous forme de courbes cumulées : (a) débit soutenu, (b) débit lent (Lowe, 1979).

Plusieurs auteurs (Bentall & Lowe, 1987; Bentall, Lowe, & Beasty, 1985; Lowe, Beasty, & Bentall, 1983) ont observé que les jeunes enfants âgés de 9 mois à 4 ans

avaient des patrons de réponse de type scallop semblables à ceux des animaux en FI. Chez les enfants âgés de 5 à 9 ans, les patrons de réponse enregistrés sont du débit lent et du débit soutenu, tout comme chez les sujets adultes. Une hypothèse de maturation (Lowe, 1979) pourrait être envisagée pour expliquer les différences relevées chez les différents groupes d'âge des participants sur le plan de la régulation temporelle. Toutefois, ces résultats ne sont pas corroborés par les autres études.

Darcheville et collaborateurs (1993) ont observé du débit lent chez des bambins âgés de 3 à 5 mois. Une seule réponse renforcée constitue le patron de réponse enregistré pour la majorité des intervalles. La pause post-renforcement varie également en fonction de la valeur de l'intervalle. Chez les enfants un peu plus âgés, de 9 à 23 mois, les patrons de réponse rapportés sont de deux types. Le premier est du débit lent avec variation de la pause en fonction de la valeur du FI et le second se caractérise par une courte pause suivie d'un débit soutenu sans variation de la pause en fonction de la valeur de l'intervalle. Des enfants n'ayant pas encore de langage et par le fait même ne pouvant se donner des auto-consignes peuvent émettre des patrons de réponse habituellement rencontrés chez les adultes (Darcheville et al., 1993). Entre 2 et demi et 5 ans, des patrons de réponse erratiques sont observés, c'est-à-dire qu'un mélange de débit lent et de débit soutenu est relevé (Droit, Pouthas, & Jacquet, 1990). Les patrons de réponse incohérents seraient dus à la coexistence du contrôle des comportements par les contingences de renforcement et du contrôle par les règles[10] (Lejeune & Macar, 1994). À partir de l'âge de 5 ans, les patrons ressemblent davantage à ceux observés chez l'adulte, soit du débit lent et du débit soutenu (Darcheville, Rivière, & Wearden, 1992; Zeiler & Kelley, 1969).

---

[10] Le comportement façonné par les contingences de renforcement est façonné directement par ses conséquences, tandis que le comportement gouverné par les règles est une réponse discriminative façonnée par le renforcement du comportement de suivre les règles. Ce comportement est sous le contrôle de règles verbales (Skinner, 1969).

Tel qu'évoqué précédemment, une étude expérimentale effectuée auprès d'enfants âgés de 5;4 à 7;1 ans incluant une composante sur l'autocontrôle et une autre sur les programmes FI a été mise en place par Darcheville et collaborateurs (1992). Les auteurs ont montré que les enfants ayant de l'autocontrôle, c'est-à-dire capables d'attendre pour obtenir un plus gros renforçateur, font des pauses post-renforcement plus longues en composante FI que les participants impulsifs, qui choisissent un plus petit renforçateur disponible immédiatement. Les pauses post-renforcement des participants autocontrôles excèdent souvent la valeur du FI et augmentent de façon systématique lors d'une augmentation de la valeur fixée par le programme. Ils présentent un débit de réponses lent, avec une moyenne de moins de 11 réponses par minute alors que les impulsifs font du débit soutenu avec une moyenne variant entre 79 et 94 réponses par minute. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études (Clément, 1999; Darcheville et al., 1993). L'autocontrôle est donc corrélé avec le contrôle temporel chez les enfants.

Des comportements collatéraux sont également observés chez les enfants. Quelques exemples de contrôle du comportement par le comportement verbal chez des enfants sont rapportés par Darcheville et collaborateurs (1992). Les enfants âgés entre 5;4 et 6;9 ans présentant un débit de réponse lent émettent des comportements tels que chanter, compter, effectuer un parcours dans la pièce ou appuyer sur un bouton non fonctionnel pour déterminer le temps à attendre avant de répondre. Ce type de comportements est également observé dans d'autres études (Pouthas, 1981; Pouthas & Jacquet, 1983).

1.3.3. La régulation temporelle chez l'humain dans les programmes DRL

Moins de variabilité dans les patrons de réponse est observée dans les programmes DRL que dans les programmes FI. Toutefois, plusieurs facteurs peuvent influencer la

régulation temporelle, tels que les instructions fournies au participant et la possibilité ou non d'émettre des comportements collatéraux.

1.3.3.1. La régulation temporelle chez les adultes dans les programmes DRL

Chez les adultes, le langage et les règles (qu'elles soient données ou inférées par le participant) contrôlent dans une certaine mesure le comportement, tout comme chez les enfants âgés de 5 ans et plus (Clément, 1999). Cela signifie que si une tâche est demandée en même temps (p.ex., des soustractions) la configuration de réponse se modifie de façon importante et la régulation temporelle n'est plus précise (Laties & Weiss, 1962). Les résultats de l'étude de Laties et Weiss sont présentés à la Figure 8. L'ajout d'une seconde tâche d'observation réduit légèrement la qualité de la régulation temporelle, mais avec l'ajout d'une tâche cognitive (entravant le comportement de compter), la performance chute de façon importante. Les participants ne semblent plus aptes à s'ajuster à une contrainte de temps précise. Les patrons de réponse des adultes sont alors qualifiés par des différences inter individuelles notoires (Okouchi, 2002).

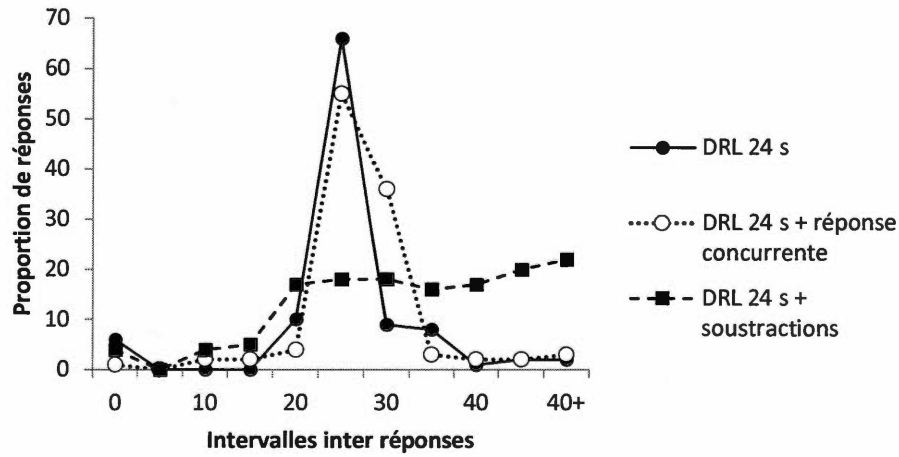


Figure 8. Performance des participants dans un programme DRL 24s. La consigne d'attendre 24 secondes avant d'émettre la réponse est donnée aux participants. La

ligne pleine indique les réponses en condition régulière. La ligne pointillée avec les marqueurs circulaires montre la performance des participants en DRL 24s lorsqu'une seconde tâche d'appui est demandée simultanément avec la main gauche. La ligne pointillée avec les marqueurs carrés indique les résultats obtenus lorsque les participants doivent effectuer des soustractions tout en ajustant leur comportement au temps, toujours dans un programme DRL 24s (Laties & Weiss, 1962).

Un lien entre l'impulsivité et le patron de réponse est également observé chez l'adulte en DRL. Une étude évaluant l'impulsivité, à l'aide du Matching Familiar Figures Test, a montré que les participants adultes impulsifs ont un taux de réponse plus élevé que les autres participants sous un programme DRL, bien que le taux de renforcement soit très faible tenant compte des caractéristiques du programme (Van Den Broek, Bradshaw, & Szabadi, 1987).

1.3.3.2. La régulation temporelle chez les enfants dans les programmes DRL

Les études réalisées auprès d'enfants tout-venant montrent qu'ils peuvent ajuster leur comportement dans un programme de renforcement à composante temporelle mais que le contrôle temporel peut être associé à différentes variables telles l'âge (Pouthas, 1985; Pouthas & Jacquet, 1987), et le langage (Lowe, 1979; Lowe et al., 1983). Toutefois, les résultats diffèrent selon les études. Le dispositif de réponse, la nature du renforçateur, et la durée du DRL peuvent entre autres influencer les résultats (Clément et al., 2007).

Weisberg et Tragakis (1967) ont montré que des enfants âgés de 1;3 à 3;4 ans développent des patrons de réponse de type débit lent. Ils attendent la fin de l'intervalle pour émettre leur première réponse dans environ 40 % des intervalles. Cette étude a aussi mis en évidence que ces jeunes enfants ajustent leurs réponses à

un nouveau programme sans difficulté, en passant d'un DRL 10 à un DRL 18 tout en maintenant leur taux de réponses renforcées autour de 40 % pour presque toutes les séances expérimentales. Contrairement aux résultats obtenus par Weisberg et Tragakis (1967), Pouthas (1985) ne rapporte aucun ajustement temporel chez des enfants âgés de 8 à 24 mois. Dans la condition DRL 5s, le pourcentage d'IRTs renforcés se situe entre 20 et 30 %, sauf dans le cas d'un participant. Toutefois, elle note que les enfants pourraient apprendre à s'ajuster aux contraintes temporelles en développant des comportements collatéraux. Chez les enfants âgés de 2;6, aucun contrôle temporel n'est observé, bien que des instructions soient fournies, en l'occurrence d'attendre avant d'émettre une réponse (Pouthas, 1981). Dès 4;6 ans le comportement de l'enfant pourrait être contrôlé par les contingences en place et l'ajustement au temps s'améliorerait jusqu'à l'âge de 7 ans où une régulation précise est observée (Pouthas & Jacquet, 1987). Gordon (1979) a évalué la réponse avec un DRL 6 s de 20 enfants tout-venant et 20 enfants avec hyperactivité âgés de 6 à 8 ans. Une consigne informative a été utilisée, précisant la nécessité d'attendre pour émettre la réponse. Une seule séance a été réalisée. Les enfants avec hyperactivité ont une proportion d'IRTs renforcés d'environ 45 % et les enfants tout-venant d'environ 75 %. L'émission de comportements collatéraux a pu faciliter l'ajustement temporel de ces participants.

1.4. Les variables pouvant influencer la régulation temporelle chez l'enfant

Chez les humains, plusieurs variables doivent être considérées : le langage, la modalité de réponse, la nature du stimulus de renforcement octroyé, la durée de l'intervalle (Clément et al., 2007) ainsi que la possibilité d'émettre des comportements collatéraux.

1.4.1. Le langage

Dans un essai théorique, Lowe (1979) émet l'hypothèse qu'un des facteurs ayant le plus d'influence sur la performance des humains dans les programmes de renforcement serait le langage. Il obtient des données confirmant l'hypothèse en observant que la forme de la régulation temporelle des enfants varie au cours du développement (Bentall et al., 1985; Lowe et al., 1983). Les patrons de réponse des nourrissons ressembleraient davantage aux patrons des animaux alors que les enfants d'âge scolaire présenteraient des patrons semblables à ceux des adultes. Les nourrissons seraient donc davantage sensibles aux contingences de renforcement alors que les enfants d'âge scolaire émettraient des comportements régis par les règles. Il y aurait donc un passage, avec le développement du langage, d'un contrôle du comportement gouverné par les contingences de renforcement à un contrôle régi par les règles. Toutefois, les travaux en FI chez les enfants de Darcheville et al. (1993), infirment cette hypothèse si l'on ne se fie qu'aux patrons de réponse pour analyser les résultats obtenus.

Plusieurs auteurs (Clément et al., 2007) avancent l'hypothèse selon laquelle les verbalisations et le comportement de compter sont des éléments essentiels à la compréhension des patrons de réponse des humains sous les programmes de renforcement FI et DRL. Pendant les séances expérimentales en FI, certains enfants manifestent des comportements collatéraux pour leur indiquer le moment où ils doivent émettre la réponse. Chanter toujours la même chanson tout en frappant dans ses mains, compter tout en appuyant sur une touche non fonctionnelle puis appuyer sur la touche de réponse à la fin de l'intervalle sont parmi les comportements observés chez les enfants qui montrent un patron de réponse à débit lent en FI (Darcheville et al., 1992). Cela appuie l'hypothèse de Lowe (1979) qui stipule que les réponses des enfants d'âge scolaire seraient sous le contrôle verbal.

À la suite d'une série d'études, Luria (1961) expose une thèse sur la régulation des comportements en fonction du langage. Quatre périodes de développement du langage sont précisées. Pendant la première, la régulation du comportement est purement externe et incitatrice, c'est-à-dire que le comportement peut être déclenché par le langage de l'adulte mais non inhibé par celui-ci. Au cours de la deuxième phase, le contrôle demeure toujours externe, mais le langage de l'adulte est à la fois incitateur et inhibiteur du comportement de l'enfant. Dans la troisième période, le contrôle du comportement de l'enfant devient également interne. Il est tout d'abord incitateur. C'est dans la quatrième phase que le langage intériorisé de l'enfant devient aussi inhibiteur, vers 5 ou 6 ans (Darcheville, 1977). Avant 4 ans, l'enfant serait incapable de se représenter les contingences de renforcement et de réguler son comportement de façon verbale (Luria, 1961; Vygotsky, 1934). Toutefois, les résultats des études en régulation temporelle montrent que les jeunes enfants sont capables d'inhiber une réponse et d'avoir des patrons de réponse à débit lent en FI ou en DRL. Ils ajustent leur comportement aux contraintes temporelles, ce qui démontre leur sensibilité aux contingences de renforcement.

1.4.2. La modalité de réponse

Le choix du comportement à émettre dans la mesure du contrôle temporel peut affecter les conclusions de l'étude. Les principaux dispositifs de réponse ayant été utilisés pour mesurer l'ajustement au temps chez l'enfant sont l'appui sur un levier (Bentall et al., 1985; Lowe et al., 1983), sur un cylindre (Bentall et al., 1985; Lowe et al., 1983), sur une touche (Droit, 1994) et sur un écran tactile (Darcheville et al., 1993).

Dans la procédure de Lowe et al. (1983) et de Bentall et al. (1985), l'enfant doit appuyer sur un levier. Lorsque le participant émet une réponse, le levier se déplace

sur plusieurs centimètres. En raison de ce mouvement, la topographie, le rythme ou la force de la réponse peuvent être affectés, ce qui mène à des résultats non représentatifs de l'ajustement au temps. L'activation de ce dispositif peut alors devenir en soi une source de renforcement pour l'enfant, influençant ainsi ses réponses et pouvant nuire à la mesure de l'ajustement temporel. Le contrôle temporel risque alors d'être masqué par la dynamique de la réponse (Clément et al., 2007). Cette hypothèse est également formulée par Darcheville et al. (1993) qui s'appuient sur des études menées auprès d'animaux. Ainsi, deux études (Jasselette et al., 1990; Lejeune & Jasselette, 1986) réalisées chez les pigeons avec un programme DRL concluent que la régulation temporelle est davantage précise lorsque les pigeons doivent émettre la réponse de se percher plutôt que de picorer une clé translucide. L'utilisation d'un dispositif de réponse inerte lorsque le participant émet le comportement semble important dans la mesure du contrôle temporel. Dans les études chez l'humain, le dispositif le plus neutre serait un écran tactile ; il permet par ailleurs une utilisation chez les très jeunes enfants (Darcheville et al., 1993).

1.4.3. La nature des renforçateurs octroyés

Les principaux renforçateurs utilisés dans les études sur la régulation temporelle chez l'enfant sont des renforçateurs alimentaires (Gordon, 1979; Lowe et al., 1983; Stein & Landis, 1978; Weisberg & Tragakis, 1967), des diapositives (Bentall & Lowe, 1987; Bentall et al., 1985; Pouthas, 1981; Pouthas & Jacquet, 1987), de la musique (Bentall & Lowe, 1987; Bentall et al., 1985; Droit, 1994; Lowe et al., 1983; Pouthas, 1981), des points (Becraft, Borrero, Davis, Mendres-Smith, & Castillo, 2018a) et des dessins animés (Darcheville et al., 1992, 1993; Zeiler & Kelley, 1969).

Les renforçateurs alimentaires ont l'avantage de pouvoir être consommés immédiatement par l'enfant mais souvent, des contraintes sont rencontrées telles des

restrictions de la part des parents sur le type d'aliments. Cela diminue la valeur du renforçateur pour l'enfant et risque d'altérer la régulation temporelle. Les renforçateurs alimentaires doivent être utilisés avec précaution puisque, bien que potentiellement puissants, l'habituation diminue la sensibilité à ce type de renforçateur (Temple, Giacomelli, Roemmick, & Epstein, 2008).
Les dessins animés ont été utilisés dans plusieurs études. Combinant l'aspect visuel et auditif, ils permettent d'uniformiser le renforçateur à tous les participants, tout en l'individualisant en fonction de leurs préférences. La force de ces renforçateurs réside dans le fait qu'ils peuvent être consommés immédiatement et qu'ils sont relativement résistants à la satiété lorsque présentés en courtes séquences. Les dessins animés maintiennent les réponses des enfants sur de longs intervalles en FI (jusqu'à 80s) et en DRL (jusqu'à 40s) (Clément, 1999; Darcheville et al., 1992). Ils montrent ainsi plus d'efficacité que les autres types de renforçateurs (Pouthas, 1995).

1.4.4. La durée de l'intervalle

La durée de l'intervalle semble être un facteur déterminant dans l'évaluation de la régulation temporelle chez l'enfant, en particulier dans les programmes DRL. Rivière et al. (1998) montrent que lorsque les valeurs du DRL sont plus élevées (jusqu'à 40s), la régulation est plus précise que lorsque des intervalles plus courts sont utilisés (Weisberg et Tragakis, 1967). Pouthas (1981) rapporte que certains enfants exposés à de très brèves durées en DRL ont du mal à s'ajuster à la contrainte de temps et à passer à des valeurs supérieures lorsqu'un critère de réussite est fixé.

Cela s'explique par le fait que dans un programme DRL 5s, une réponse émise avant la fin de l'intervalle est peu coûteuse. Même si le compteur redémarre, un renforçateur peut être obtenu après un nouveau délai de 5 secondes. Toutefois, dans un DRL 40s, émettre une réponse avant la fin de l'intervalle entraîne un report

considérable de l'obtention du renforçateur. Limiter l'étude de la régulation temporelle à de petites valeurs peut donc résulter en des conclusions erronées (Clément et al., 2007). En plus de la durée du délai, l'environnement dans lequel la régulation temporelle est évaluée peut également avoir une influence sur la qualité de l'ajustement.

1.4.5. Les comportements collatéraux

Le contexte environnemental dans lequel les participants sont exposés à un programme DRL peut influencer la qualité de la régulation temporelle. Le fait d'avoir la possibilité d'émettre des comportements collatéraux peut permettre un meilleur ajustement au programme de renforcement (Frank & Staddon, 1974; Laties & Weiss, 1962; Pouthas, 1985).

1.5. Les troubles neurodéveloppementaux et l'ajustement temporel

Les troubles neurodéveloppementaux se manifestent dès l'enfance et affectent le fonctionnement social, scolaire, personnel ou professionnel de la personne. Les difficultés qui leur sont associées varient de limitations spécifiques des fonctions exécutives ou des apprentissages à des altérations globales de l'intelligence ou des compétences sociales. Ainsi, sont regroupés dans cette catégorie les troubles de la communication, les troubles spécifiques des apprentissages, les troubles neurodéveloppementaux moteurs, le handicap intellectuel ou trouble du développement intellectuel, le trouble du spectre de l'autisme (TSA), et le déficit d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Les troubles neurodéveloppementaux sont souvent associés entre eux. Par exemple, il est fréquent qu'un enfant ait à la fois un diagnostic de trouble du langage et de trouble spécifique des apprentissages, ou de TSA et handicap intellectuel (American Psychiatric Association [APA], 2013).

1.5.1. Le déficit d'attention avec ou sans hyperactivité

Le déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) est un trouble neurobiologique qui entraine des symptômes d'inattention et/ou d'impulsivité et d'hyperactivité. Les symptômes sont observés dès l'enfance et persistent à l'âge adulte. Il touche deux fois plus fréquemment les garçons que les filles, et ce ratio diminue à 1,6 :1 à l'âge adulte (APA, 2013). Les manifestations du trouble peuvent ainsi nuire au fonctionnement scolaire, social, affectif, professionnel, et la santé physique (Canadian Attention Deficit Hyperactivity Disorder Resource Alliance [CADDRA], 2011).

L'inattention peut se manifester par une difficulté à soutenir l'attention sur une tâche, à avoir des difficultés d'organisation et de planification, à avoir des oublis fréquents dans la vie quotidienne, ou à se laisser distraire par des stimuli externes. L'hyperactivité et l'impulsivité peuvent être verbales et motrices. L'hyperactivité se manifeste par des comportements tels que se lever lorsque l'enfant devrait rester assis, courir ou grimper partout, parler souvent trop, ou se tortiller sur son siège. L'impulsivité peut s'observer par des difficultés à attendre son tour, le fait d'interrompre l'interlocuteur, et de répondre à une question avant même qu'elle ne soit posée (APA, 2013). Ainsi, il se dégage trois sous-types diagnostiques : le sous-type hyperactif-impulsif, le sous-type inattentif et le sous-type mixte selon la présentation des symptômes. Le sous-type hyperactif-impulsif est le plus rare alors que le sous-type mixte est le plus fréquemment rencontré. Les sous-types du TDAH ne sont pas figés dans le temps, le diagnostic peut être modifié car les symptômes évoluent avec l'âge (APA, 2013).

Les fonctions exécutives sont souvent déficitaires chez les personnes ayant un TDAH (APA, 2013). L'inhibition comportementale, la planification et l'organisation, et la

mémoire de travail sont souvent plus faibles et ces processus peuvent être liés à l'ajustement du comportement à des contraintes de temps.

1.5.2. Le temps chez les enfants ayant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité

Dans le cadre de la recherche en analyse du comportement à l'aide de programmes de renforcement à composante temporelle, peu d'études ont été réalisées avec des participants ayant des problématiques particulières. Le TDAH a fait l'objet de quelques études en ce qui concerne l'ajustement au temps.

Les travaux de Darcheville et collaborateurs montrent qu'il existe des liens entre régulation temporelle et impulsivité dans le programme autocontrôle (Darcheville et al., 1992, 1993; Rivière & Darcheville, 2001). La procédure utilisée pour mesurer l'autocontrôle consiste à proposer aux participants le choix entre un petit stimulus de renforcement disponible rapidement et un stimulus de renforcement plus important mais différé dans le temps. Les participants dits autocontrôles sont ceux qui choisissent d'attendre pour obtenir le renforçateur plus important et ceux qui optent pour le stimulus de renforcement obtenu rapidement sont dits impulsifs (Clément, 2008). Cette définition correspond à ce que Mischel et collaborateurs appellent le délai de gratification (Mischel, Shoda, & Rodriguez, 1989). L'impulsivité motrice est définie, dans le cadre de l'évaluation de la régulation temporelle, comme des bouffées de réponse dans les programmes FI ou DRL (Sagvolden, Aase, Zeiner, & Berger, 1998). De par leur structure, les programmes FI permettent d'évaluer l'impulsivité motrice, ce que ne permet pas le programme autocontrôle.

Ainsi, dans le programme mesurant l'autocontrôle, une seule réponse est requise en début d'essais, tandis que le programme FI permet au sujet d'émettre des réponses

pendant toute la durée de l'intervalle. Dans leur procédure mesurant l'autocontrôle, Darcheville et al. (1992, 1993) mettent en évidence que des enfants âgés de 3 mois à 23 mois et de 5;7 ans à 7;1 ans effectuant des choix majoritairement autocontrôles présentent également une régulation temporelle précise et un débit de réponse lent dans le programme FI. De même, les enfants effectuant des choix impulsifs dans le programme autocontrôle, ne présentent pas de régulation temporelle et montrent un débit de réponse soutenu dans le même programme. Le lien entre régulation temporelle en FI et comportements de choix dans la procédure autocontrôle a d'ailleurs été observé de façon systématique chez des enfants de 9 à 15 mois chez qui il y a eu façonnement du comportement autocontrôle (Rivière & Darcheville, 2001).

Une étude ayant évalué la régulation temporelle chez des jeunes d'âge scolaire ayant un TDAH ainsi que le contrôle de leur comportement par le langage a été réalisée par Clément et Baldassi (2004). Suite à l'expérimentation, il a été demandé aux enfants de décrire ce qu'ils devaient faire pendant la tâche. La description, a posteriori, des contingences de renforcement par les enfants et les comportements émis ne concordent pas. Il n'y a pas de cohérence entre ce qu'ils disent et ce qu'ils font. Les résultats montrent un contrôle plus faible du comportement par le langage. En effet, les enfants présentant un TDAH et décrivant le programme FI comme un programme à intervalle ne parviennent pas à réguler leur comportement de façon cohérente à cette description et produisent un débit de réponses soutenu. Or, de précédentes études avaient montré que des enfants tout-venant de cet âge décrivant les contingences de renforcement en termes d'intervalle de temps, présentaient systématiquement un patron de réponse en cohérence, soit un débit de réponses lent (Clément, 1999; Darcheville et al., 1992). Ces données sont une première validation de l'hypothèse selon laquelle le contrôle du comportement par les règles de réponse, soit les comportements régis par les règles, est déficitaire chez les enfants présentant un TDAH (Barkley, 1997; Sagvolden, Aase, Johansen, & Russell 2005). Cette étude

montre que ces enfants répondent avec un débit de réponse soutenu malgré la connaissance de la règle (p.ex., « je dois attendre avant d'appuyer sur l'écran »), qui implique un patron de réponse à débit lent. Cela concorde avec les observations comportementales de ces jeunes qui ont des difficultés sur le plan de l'inhibition motrice et qui montrent peu d'autocontrôle (Barkley, 1997). Cette sensibilité aux règles peut également être déficitaire chez les enfants ayant un TSA compte tenu de leurs caractéristiques.

1.5.3. Le trouble du spectre de l'autisme

Le trouble du spectre de l'autisme (TSA) est caractérisé par des déficits sur le plan de la communication réciproque et de l'interaction sociale ainsi que par des comportements, intérêts et activités restreints et répétitifs. Ces difficultés doivent être persistantes et avoir été observées dès la petite enfance. Elles doivent avoir un impact sur la vie quotidienne de la personne (American Psychiatric Association [APA], 2013). La version actuelle du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-5; APA, 2013) utilise le terme de « spectre » car les manifestations du trouble varient grandement en fonction de l'âge, du niveau de fonctionnement, et du degré de sévérité de celui-ci. Une approche dimensionnelle est privilégiée avec cette version alors que la version précédente utilisait une approche catégorielle. Ainsi, sont inclus dans les TSA, les anciennes appellations de trouble autistique, syndrome d'Asperger, trouble désintégratif de l'enfance et trouble envahissant du développement non spécifié (APA, 2013). Le DSM-5 aborde ces troubles comme étant une seule et même condition avec différents niveaux de sévérité : le niveau 1 indique que la personne nécessite du soutien dans sa vie quotidienne pour accomplir certaines activités, le niveau 2 indique que la personne requiert un soutien important et le niveau 3 indique que la personne nécessite un soutien très important. Ce niveau de sévérité est évalué par rapport aux deux catégories de symptômes, soit (1) la

communication et les interactions sociales et (2) les comportements, intérêts et activités restreints (APA, 2013).

Sur le plan de la communication et des interactions sociales, les déficits doivent être durables et observés dans de multiples contextes. Ceux-ci varient selon l'âge, le niveau de langage, le développement cognitif, ainsi que les interventions et traitements reçus antérieurement et actuellement (APA, 2013).
Concernant le langage, les déficits peuvent aller de l'absence de langage vocal à un langage très littéral. Un retard de développement du langage est fréquemment observé, ainsi que des difficultés de compréhension, et de l'écholalie immédiate ou différée. Même dans les situations pour lesquelles le langage semble intact, des difficultés de communication sociale réciproque sont relevées (APA, 2013).

En ce qui concerne la communication non verbale, le contact visuel, les gestes et les expressions faciales peuvent être pauvres ou mal adaptés au contexte ou au discours. L'attitude corporelle et la prosodie peuvent être atypiques, et les comportements d'approche lors d'interactions peuvent être inadéquats (p.ex., être trop près de l'autre ou trop loin, interrompre une conversation et parler d'un autre sujet). Un déficit d'attention conjointe est fréquemment observé chez l'enfant. Cela se traduit par le fait de ne pas pointer, montrer ou apporter quelque chose pour partager un intérêt, et de ne pas regarder ce que l'autre pointe et de ne pas suivre son regard. Une absence de jeux symboliques partagés, flexibles et adaptés à l'âge est souvent rapportée. Par la suite, le jeu peut être caractérisé par une rigidité inflexible face aux règles. Une préférence face aux personnes plus jeunes ou plus âgées peut être notée et lorsqu'il y a un intérêt pour avoir des relations sociales, une incompréhension des implications des relations d'amitié ou amoureuses est observée. La réciprocité socio-émotionnelle est en tous les cas affectée (APA, 2013).

Les déficits concernant les interactions sociales se manifestent par une fréquence faible, voire absente d'initiatives sur le plan des interactions, de partage des émotions et expériences vécues et d'imitation sociale. L'utilisation du langage est souvent caractérisée d'unilatérale ; la plupart du temps le langage est employé pour faire des demandes ou dénommer et très peu pour commenter, converser ou partager (APA, 2013). Les signes non verbaux d'autrui sont souvent mal interprétés ou ignorés. De la même façon, les expressions verbales, le sarcasme, les métaphores, l'ironie, l'humour et les règles implicites ne sont pas aisément compris. L'information transmise est souvent prise au pied de la lettre, ce qui cause des problèmes de compréhension importants en situation sociale. Ces déficits sur le plan langagier font en sorte qu'ils présentent des faiblesses d'amorçage et de maintien de conversations. Chez les personnes ayant mis en place des stratégies d'adaptation efficaces, des difficultés à analyser les situations sociales sont toujours présentes, et le résultat est souvent un comportement qui dénote avec le contexte (p.ex., avoir un comportement familier avec un représentant de l'autorité, vouvoyer des jeunes de son âge). Des difficultés avec les situations nouvelles sont également soulevées (APA, 2013).

Les comportements, intérêts et activités varient selon l'âge, les capacités de la personne et les interventions reçues antérieurement ou en cours. Des stéréotypies motrices telles que les battements de mains ou mouvements rapides des doigts peuvent être observées, tout comme l'utilisation répétitive de certains objets. Sur le plan verbal, des stéréotypies peuvent aussi être notées telles que la répétition de certains sons, des écholalies différées ou immédiates, l'inversion de pronoms (p.ex., « tu veux du jus », plutôt que « je veux du jus »), et l'utilisation stéréotypée de mots ou un langage idiosyncrasique. Une adhésion en apparence inflexible à des routines ou rituels, une résistance aux changements (p.ex., nouvel itinéraire, nouvelles chaussures), des difficultés avec les transitions ou des comportements verbaux ou non verbaux ritualisés (p.ex., demander plusieurs fois une réponse à une question) sont

rapportés (APA, 2013). Les intérêts sont anormaux par rapport à leur contenu (p.ex., attachement particulier à une cuiller, intérêt pour les couches des bébés) ou leur intensité (p.ex., toujours avoir en main un objet, se mettre en danger en traversant la rue sans regarder pour aller regarder l'objet suscitant l'intérêt). Ces intérêts peuvent être en lien avec des hypersensibilités ou des hyposensibilités sensorielles sur le plan tactile (p.ex., attachement à certains textiles, toucher excessif), visuel (p.ex., fascination pour les objets qui tournent, les objets lumineux), auditif (p.ex., réaction extrême face à certains sons), olfactif (p.ex., sentir les objets ou les gens), ou gustatif (p.ex., préférence pour les aliments blancs tels que les pâtes, le pain, les laitages). Par ailleurs, une sélectivité alimentaire importante est fréquemment rapportée (APA, 2013). Celle-ci peut se manifester par un refus de certaines textures, d'aliments d'une certaine couleur, ou le refus de manger des aliments qui se touchent par exemple.

De nombreuses personnes ayant un TSA ont également une déficience intellectuelle et/ou une altération du langage. Toutefois, même lorsque ces déficits ne sont pas présents, un profil de compétences hétérogènes est remarqué. Les compétences d'autonomie sont souvent plus faibles que ce qui serait attendu par rapport au développement cognitif de la personne. Les TSA sont diagnostiqués 4 fois plus chez les garçons que chez les filles, et chez ces dernières, une déficience intellectuelle est plus souvent associée. Cela suppose que les filles sans déficience intellectuelle passent plus souvent inaperçues, et sont moins souvent diagnostiquées. Des difficultés sur le plan de la coordination motrice, de la planification, de l'adaptation et de l'organisation sont fréquemment rapportées (APA, 2013).

1.5.4. Le temps chez les personnes ayant un TSA

Les fonctions exécutives sont souvent déficitaires chez les personnes ayant un TSA (Attwood, 2007; Rogé, 2003). Cela se manifeste par une rigidité cognitive menant à

des routines inflexibles, des comportements moteurs stéréotypés, des difficultés de planification et une tendance à la persévération. L'attention conjointe, l'abstraction sont également déficitaires chez plusieurs, ce qui affecte non seulement les capacités d'apprentissage mais également le développement d'habiletés sociales (Attwood, 2007). De même, des déficits sur le plan de la perception du temps sont fréquemment rapportées chez les personnes ayant un TSA (Boucher, 2001; Wing, 1996), et cela peut leur nuire dans un grand nombre de situations (Maister & Plaisted-Grant, 2011). La recherche sur la perception du temps chez une population ayant un TSA est récente. Toutefois, un bon nombre de procédures différentes a déjà été utilisé. Parmi celles-ci, les procédures de bissection temporelle, d'estimation temporelle, de production et reproduction de durées sont les plus fréquemment étudiées.

Dans la procédure de bissection temporelle, le participant doit indiquer si les durées présentées sont plus courtes ou plus longues que la durée de référence. Brodeur, Gordon Green, Flores et Burack (2014) ont utilisé cette procédure auprès d'enfants ayant un TSA. Ils rapportent que les enfants ayant un niveau de fonctionnement plus faible présentent des difficultés à évaluer les durées inférieures à 1 s et sont en général moins sensibles aux changements lorsque les durées sont brèves. En se basant sur leurs résultats avec de courtes durées, Brodeur et al. (2014) suggèrent que ces enfants auraient également des déficits avec des durées plus longues.

Dans une tâche d'estimation temporelle, le participant est exposé à une durée et il lui est ensuite demandé de l'estimer verbalement en secondes ou en minutes. Wallace et Happé (2008) ont comparé la performance d'adultes ayant un TSA et d'adultes tout-venant avec cette procédure et n'ont trouvé aucune différence entre les groupes. Ils ont obtenu les mêmes résultats lorsqu'ils ont utilisé une procédure de production de durée dans laquelle les participants doivent dire « go » et « stop » pour indiquer leur estimation de la durée.

Dans une procédure de reproduction de durées, il est demandé aux participants de reproduire une durée entendue précédemment, soit verbalement (Wallace & Happé, 2008), soit avec un dispositif (Brenner et al., 2015; Maister & Plaisted-Grant, 2011; Szelag, Kowalska, Galkowski, & Pöppel, 2004). Wallace et Happé (2008) ont évalué la reproduction de durées allant de 2 s à 45 s, et rapportent que les enfants avec TSA performent mieux que le groupe contrôle, et que plus les durées sont longues, plus la performance s'améliore pour les deux groupes. Toutefois, ces résultats ne sont pas confirmés par les autres études utilisant la reproduction de durées où les durées sont plutôt mal différenciées (Szelag et al., 2004) ou sous-estimées (Brenner et al., 2015; Martin, Poirier, & Bowler, 2010). Cette tendance à sous-estimer les durées est davantage prononcée chez les enfants plus jeunes et chez ceux qui ont une mémoire de travail plus faible (Brenner et al., 2015). Avec l'objectif d'empêcher l'émission de comportements collatéraux (p.ex., compter), Maister et Plaisted-Grant (2011) ont demandé aux enfants participant à leur étude de répéter une liste de mots pendant l'exposition à la durée de référence et aussi pendant la reproduction de la durée. Ces durées variaient de 0.5 s à 45 s. Ils ont montré que les enfants ayant un TSA ont des difficultés à reproduire des durées inférieures à 2 s et supérieures à 30 s, mais leur performance est meilleure pour les durées intermédiaires.

Williams, Boucher, Lind et Jarrold (2013) ont utilisé une procédure basée sur la recherche en mémoire prospective. Ils ont évalué la réponse d'enfants ayant un TSA et d'enfants d'un groupe contrôle appariés en fonction du QI exposés à deux conditions expérimentales. Un jeu vidéo de conduite automobile sur ordinateur était présenté aux participants. Ils devaient amasser des jetons et éviter des pièges. Dans la première condition, les participants devaient mettre de l'essence dans la voiture à toutes les 80 secondes. Une consigne verbale indiquant la durée à estimer était donnée à tous les participants. Il était possible de remplir le réservoir entre 60 et 80 secondes. Lorsqu'ils oubliaient, une guidance visuelle apparaissait à l'écran et un

nouvel essai commençait. Le niveau d'essence dans la voiture pouvait être vérifié à tout moment en appuyant sur une touche du clavier d'ordinateur, la jauge apparaissait alors pour une durée de 3 secondes. Dans la seconde condition, les participants devaient appuyer sur une touche à chaque fois qu'ils voyaient un indice visuel sur la route. Les auteurs rapportent que les enfants ayant un TSA ont moins bien performé que les participants du groupe contrôle dans la première condition liée à l'évaluation du temps. Aucune différence significative n'est relevée dans la deuxième condition, ce qui indique un déficit sur le plan de la perception temporelle lorsqu'il n'y a pas d'indice visuel pour les enfants ayant un TSA.

Malgré les divergences concernant les résultats des études sur la perception du temps, la tendance générale indique des difficultés à percevoir les courtes et les longues durées chez les personnes ayant un TSA, et ce, peu importe la procédure utilisée. D'un point de vue de l'analyse du comportement, la perception du temps doit être évaluée par le biais de programmes de renforcement à composante temporelle tels que le FI ou le DRL.

1.6. Les objectifs

Cette thèse comporte trois études. La première porte sur l'ajustement temporel chez les enfants tout-venant. Elle vise à mesurer l'ajustement des réponses d'enfants âgés de 2.6 à 7 ans soumis à un programme DRL 5 s, puis à un DRL 20 s. Le langage réceptif et le quotient intellectuel sont mesurés afin d'évaluer leur relation avec la régulation temporelle. Enfin, les patrons de réponses sont observés séance par séance afin de mieux comprendre le développement de l'ajustement temporel en DRL chez l'enfant.

La deuxième étude porte sur la régulation temporelle chez les enfants ayant un TSA et comporte les mêmes objectifs que la première étude : évaluer l'ajustement temporel en DRL 5 s, puis en DRL 20 s, mesurer la relation entre la réponse au programme et le langage ainsi que le quotient intellectuel, et observer les patrons de réponses inter-séances.

La troisième étude porte sur la mesure des comportements collatéraux chez les enfants soumis à un programme DRL. Elle vise à observer et mesurer les comportements collatéraux émis et à apprécier l'évolution de ces derniers en fonction de la durée du DRL.

CHAPITRE II

ÉTUDE 1

LA RÉGULATION TEMPORELLE EN DRL CHEZ L'ENFANT TOUT-VENANT

Article publié :

Gaucher, M., Forget, J., et Clément, C. (2015). Temporal control in children with differential reinforcement of low rates schedule: the role of age, language and cognitive functioning on temporal adjustment. *Behavioural Processes, 119,* 58-69.

Title

Temporal control of behaviour in children with differential reinforcement of low rates schedule: the role of age, language and cognitive functioning on temporal regulation

Authors

Mélissa Gaucher[a*], Jacques Forget[a] & Céline Clément[b]

[a] Département de psychologie, Université du Québec à Montréal, Canada

[b] Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education, Université de Strasbourg, France

*Corresponding author:

Mélissa Gaucher

Département de psychologie
Université du Québec à Montréal
C.P. 8888 Succursale Centre-Ville
Montréal (Québec), Canada
H3C 3P8
E-mail: gaucher.m@gmail.com

Keywords

Differential reinforcement of low rates; Children; Temporal regulation; Language; Cognitive functioning

Abstract

Research on temporal regulation in children has been prolific until early 1990s and has received a very limited attention since then. However, the studies focused mainly on very short durations, and many questions raised at that time remain unanswered (Clément et al., 2007). The scope of this study was to evaluate temporal control in children with differential reinforcement of low-rates (DRL) schedule. Objectives were (a) to evaluate the performance in DRL with two distinct durations; (b) to evaluate the relationship between performance, IQ and language; and (c) to observe children's response patterns across the sessions. Eleven children aged from 2.6 to 7 years old were exposed to a DRL 5 s and a DRL 20 s schedule. No significant correlation was observed between language, IQ and the performance in DRL. In DRL 5 s, seven children adjusted their responses and six in DRL 20 s. Age was positively correlated to performance in DRL 5 s, while the response patterns in DRL 20 s were hardly predictable. In both conditions, children aged from 4.6 years old showed a lower proportion of bursting responses, a lower rate of response, a larger proportion of reinforced responses and a higher optimisation coefficient.

Temporal control of behaviour in children with differential reinforcement of low rates schedule: the role of age, language and cognitive functioning on temporal regulation

1. Introduction

Temporal control of behaviour has been studied in animals since the 1930s (Skinner, 1938), and in humans from the late 1950s (Bruner & Revusky, 1961; Laties & Weiss, 1962; Long, Hammack, May, & Campbell, 1958). Such behavioural control has been observed notably through differential reinforcement of low rates (DRL) schedules. In a DRL schedule, the subject must space his responses according to a specified delay. If the organism responds before the end of the delay, the counter resets and no reinforcer is delivered. Temporal regulation is thus required (Ferster & Skinner, 1957). The most important parameter to measure the temporal regulation in this schedule is the interresponse time (IRT). This schedule of reinforcement has been used to study temporal regulation in animals, mostly with pigeons and rats, and in human adults and children. Since the late 1980s, literature on DRL has become less abundant, especially in human subjects, and many questions raised at that time remain unanswered, such as those regarding the variables related to temporal regulation.

1.1. Temporal control of behaviour in animals

DRL schedules have been seen to produce two main effects on operant behaviour: a deceleration in the response rate during the first sessions, and a temporal adjustment

of responses to the critical value. A bimodal distribution has been usually observed with a mode at very short values and another near the DRL value (Richelle & Lejeune, 1980). Although such effects have been generally observed, response patterns in animals have not been homogenous and interspecies differences have been observed (Kramer & Rilling, 1970; Richelle & Lejeune, 1980). A comparative study with rats and pigeons showed that rats had a better performance than pigeons, with delays from 1 to 45 minutes; rats also had lower response rates and higher reinforcement rates (Richardson & Loughead, 1974). They also produced less "bursting" responses, inferior to 1 s, very frequently observed in pigeons. These bursting responses in pigeons were also more present as the delay increased, while they remained relatively low and stable in rats. However, when the operant response is perching rather than pecking, the pigeons show a better performance (Jasselette et al., 1990).

In most DRL studies, authors have noted the presence of collateral behaviours, that is, behaviour other than the explicitly reinforced operant response (Ferster & Skinner, 1957; Laties et al., 1965). These behaviours, occurring between two operant responses, are not reinforced by the schedule of reinforcement. They might be used by the subject as a controlling stimulus for subsequent behaviour, thus coming under the label of mediating behaviours (Ferster & Skinner, 1957). Most mediating behaviours are considered as a chain of responses in which each behaviour of the chain represents a discriminative stimulus for the further behaviour. That chain might

help the subject to adjust responses in a temporal regulation schedule. They are adventitiously reinforced and their topography varies from an individual to another (Fetterman, Killeen, & Hall, 1998; Kramer & Rilling, 1970; Laties & Weiss, 1962).

1.2. Temporal control of behaviour in human adults

Experiments in DRL with adults have usually reported strong temporal regulation effects (Stein & Landis, 1973; Laties and Weiss, 1962). When instructions about the delay were given, subjects adjusted very precisely their responses to the schedule. Adults' behaviour is rule-governed, and they usually try to describe contingencies of the reinforcement schedule in order to perform better (Leander et al., 1968; Lippman & Meyer, 1967). Such rules inferred by the subjects have been seen to impact their behaviours just as given instructions do (Barnes & Keenan, 1993; Catania et al., 1982). Shimoff, Catania, and Matthews (1981) showed a robust effect of instructions. In their study with DRL, random ratio, and random interval schedules, they observed that subjects were not sensitive to changes in contingencies when they had previously received instructions. However, uninstructed responding was not invariably sensitive to contingencies, and individual differences were observed. Collateral behaviours have also been observed in human temporal control studies, especially when the program has been interpreted as an interval schedule. The most frequent has been counting (Laties & Weiss, 1962; Stein & Landis, 1973). However, when they were prevented from engaging in collateral behaviours, the subjects were less precise in responding, and the adjustment was significantly altered (Laties & Weiss, 1962).

These results suggest that collateral behaviours have an important impact on temporal regulation in human behaviour.

1.3. Temporal control of behaviour in children

Results of studies with children are mixed. Some suggest that very young children adjust their responses to a DRL schedule (Weisberg & Tragakis, 1967), while others conclude that only older children show such adjustments (Pouthas, 1981, 1985; Stein & Landis, 1978). In the context of this study, and in order to have a better understanding of those inconsistent results, further analysis of these studies seems imperative.

Weisberg and Tragakis (1967) studied behaviour of five children aged from 15 to 41 months under a DRL10 s and 18 s. They reported temporal regulation in both conditions, with an efficiency ratio (number of reinforced responses / total number of responses) superior to .4. Pouthas (1985) explored temporal control of behaviour in children aged from 8 to 24 months with a DRL 5 s. The efficiency ratio varied between .2 and .3, except for one subject, indicating poor temporal regulation. Previously, Pouthas (1981) had conducted a study with children of 2 to 2.6 years old and children of 4.6 years old with results showing no temporal regulation in younger children, and with a greater efficiency ratio observed in children at 4.6 years old. In a further study with children of 4.6 and 7 years old, Pouthas and Jacquet (1987) showed that older children were more efficient. Children of 4.6 years old were more precise in DRL 5 s than in DRL 10 s.

These studies suggest that temporal regulation develops with age. However, there remain inconsistencies in the results which might be explained by an interference effect due to the coexistence of behaviours shaped by contingencies and rule-governed behaviours (Lejeune & Macar, 1994; Lowe, 1979). More importantly, experimental procedure effects may have had a major impact on results and their interpretation.

1.4. Experimental factors that might explain results differences in DRL studies

As noted previously, discrepancies in the results have been observed in children temporal control studies. Those differences might, at least in part, be explained by experimental procedures. Variables implicated in such studies include target operant response, type of reinforcers considered, DRL values, instructions given to subjects, and experimental context. These factors have been helpful in guiding the methodological choices made in this study.

1.4.1. Operant response

The operant response varied considerably between studies. The use of different operanda in children temporal control researches can complicate between-study comparisons. Some studies used button pressing (Pouthas, 1985; Pouthas & Jacquet, 1987), whereas other used key pressing (Stein & Landis, 1978), lever pressing (Weisberg & Tragakis, 1967), and touching a screen (Rivière, Darcheville, & Cuvelier, 1998). When the response is lever pressing, for instance, the lever moves over several centimetres. This action-reaction movement might be reinforcing in itself

when the participants are very young children. The topography, the frequency and the strength of the response may thus be impacted (Clément et al., 2007; Perone, Galizio, & Baron, 1988). The use of an inert device seems therefore a good choice to effectively evaluate temporal control in children, although future studies on within-subjects comparison across operanda would be necessary to test this hypothesis.

1.4.2. Reinforcers

The main reinforcers used in studies on temporal regulation with children have been edibles (Stein & Landis, 1978; Weisberg & Tragakis, 1967), slides (Pouthas, 1985; Pouthas & Jacquet, 1987), slides and music (Droit, 1994), and cartoons (Rivière et al., 1998). Edible reinforcers have the advantage of being immediately consumable by the child, but food is often a delicate subject for parents of young children. Some children might have access to less preferred reinforcers, and in this case, the value of the reinforcer for the child may influence temporal control of behaviour. Although potentially powerful, repeated exposure decreases the sensitivity to this type of reinforcer (Temple et al., 2008). It may also be a problem for the comparison with animal studies, as the reinforcer cannot have a similar value. In animal studies using food as the reinforcer, subjects are usually maintained at 80% of their free-feeding weight, while it is clearly ethically impossible to place human subjects in food deprivation conditions.

Cartoons have been used in several studies, mostly with fixed-interval (FI) schedules (Darcheville et al., 1992). This type of reinforcer seems to maintain the behaviour of

children with longer intervals in FI (up to 80 s) and DRL (up to 40 s) than other types of reinforcers, although it has been used in very few DRL studies. Children can also choose the type of cartoon at the beginning of each experimental session. The advantages of cartoons are that they can be viewed immediately and that they are relatively resistant to satiation when presented in short sequences (Clément et al., 2007).

1.4.3. DRL values

The interval duration seems to be a determining factor in the assessment of temporal control (Richardson & Loughead, 1974; Richelle & Lejeune, 1980). In children, Rivière et al. (1998) reported that temporal regulation was more accurate when the DRL values were higher (up to 40 s), than when shorter intervals were used. Weisberg and Tragakis (1967), report that the young participants maintained an efficiency ratio of .4 in DRL 10s and DRL 18s. However, those results are not supported by other studies which yielded better performance with shorter durations (Pouthas, 1981; Pouthas & Jacquet, 1987).

In a DRL schedule, the cost of a response occurring too early in the interval increases as a function of the schedule value. In a DRL 5 s schedule, a premature response is less costly in terms of reinforcement postponement than in DRL 20 s, where a response occurring before the end of the interval leads to a more substantial delay to obtain the reinforcer. To limit the study of temporal control to small intervals, of less than 10 s, as many studies did (Droit, 1994; Pouthas, 1985; Pouthas & Jacquet, 1987;

Stein & Landis, 1978), may lead to erroneous conclusions about temporal regulation abilities (Clément et al., 2007).

1.4.4. Instructions and experimental context

In human temporal regulation studies, instructions given to subjects may influence responding. Moreover, instructions may decrease sensitivity to contingencies (Shimoff et al., 1981). In children, instructions can help to adjust responses, but only for children from 4.6 years old (Pouthas, 1981; Pouthas & Jacquet, 1987). In light of these findings, sensitivity to temporal contingencies may be better assessed when no instructions about the delay are given.

In some researches with children, subjects are free to move around and thus show a wide variety of collateral behaviours (Pouthas, 1981), whereas children's movements may be more restricted in other studies (Weisberg & Tragakis, 1967). Even if those behaviours are not explicitly measured, the possibility to engage in collateral activities is a variable that can influence temporal regulation. Indeed, Pouthas (1985) and Pouthas and Jacquet (1987) reported that the young children increased their performance when they could engage in gross motor collateral activities. Thus, experimental control of this variable is worth considering (Kramer & Rilling, 1970). In order to measure collateral behaviour and its impact on temporal adjustment, Bruner and Revusky (1961) created an experiment in which four high school boys were exposed to a DRL 8.2 s with a limited hold at 10.25 s and had access to four keys. Only one of those keys was giving access to reinforcement, the three others

being collateral keys. They observed that responses on the collateral keys took the form of definite patterns helping to maintain a precise temporal spacing of responses on the reinforced key. According to post-experiment interviews, none of the subjects interpreted the schedule as dependant on the passage of time. Similarly, Stein and Landis (1978) measured temporal regulation of five and seven year old children in DRL 5 s with and without collateral keys. They report that younger children gained fewer reinforcements, were less efficient and less precise in temporal differentiation. However, 5 year old children with access to collateral keys responded as efficiently as 7 year old children.

The number of sessions and their duration are also quite different from one study to another and are reported either in terms of duration or the number of reinforcers obtained. Stein and Landis (1978) conducted two DRL 5 s sessions of 30 minutes each with preschool and second grade children. Pouthas (1981) used 10 sessions of 10 minutes with children of 2 to 2.6 years old, and 4.6 aged children. In the Weisberg and Tragakis experiment (1967), the sessions ended when the subjects had obtained 50 reinforcers in the DRL 10 s, and 30 in DRL 18 s conditions.

In light of these factors, comparison of studies can be quite a challenge. Following recommendations of Clément et al. (2007), studies on temporal regulation in DRL schedules with children should include an operant response on an inert device, a reinforcer that maintains behaviour on a large duration such as cartoons, and longer DRL values (> 10 s) to accurately observe temporal adjustment.

1.5. Objectives

The purpose of the current study was to observe children's temporal control under two different DRL durations without transition. Unlike most studies using DRL schedules, which report results using only very small durations, we selected DRL5 s and DRL20s conditions, as these represent a short and a long DRL value. A touch sensitive screen was used for the operant response and the reinforcement delivery. A further aim was to study the effect of language and cognitive functioning as they might be related to temporal control in children (Lowe, 1979), but had not been studied to this date. Subjects included in this study have a wide age range in order to address the question of age effect in the development of temporal control. Finally, response patterns were observed with molar measures of the performance as the mean efficiency ratio, and more molecular measures reported for each session, being two types of data commonly observed in DRL studies.

In the context of the issues raised, three objectives were addressed in this study: (1) to evaluate the performance of children in DRL 5 s and DRL 20 s with molar measures as the mean efficiency ratio on the last sessions of each condition; (2) to measure the relationship between the independent variables, namely receptive language, IQ and age, and temporal control observed in both DRL conditions; and (3) to observe response patterns in typically developing children with more molecular measures such as the optimisation ratio, the efficiency ratio, the proportion of IRTs near the value and the proportions of very short responses on all sessions. With these

objectives, this study aimed to bring a better understanding of temporal regulation process in children, and specific role of language and cognitive development on temporal control of behaviour.

2. Material and methods

2.1. Subjects

Eleven typically developing (TD) French-speaking children from 2.6 to 7 years old (mean age = 4.4; SD = 1.7) participated in the study. Subjects were recruited in kindergarten and extra-curricular activities organized by the municipality in Alsace, France. Exclusion criteria included previous diagnosis or consultation in a psychiatric or psychological service and an IQ below 85. Informed assent and consent from parents were obtained for all subjects. One subject (S21) left the study after two experimental sessions; it was difficult for this child to leave the kindergarten group, and he terminated both sessions after only a few minutes. As a result, we considered he no longer consented to participate. Table 1 presents age, gender, verbal IQ, performance IQ, and receptive language measures.

Insert Table 1 here

2.2. Instruments

The Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence, third edition (Wechsler, 2002), for children aged from 2.6 to 7.3 years old, was administered in its entirety to

all subjects for the cognitive functioning measure. The following WPPSI-III indices were used for the analyses: Full Scale IQ (FSIQ), Verbal IQ (VIQ) and Performance IQ (PIQ).

The receptive language was measured with a French adaptation of the Peabody Picture Vocabulary Test, fourth edition (Dunn & Dunn, 2002). This test assesses receptive vocabulary of children and adults, aged from 2.6 to 90 years old, by presenting, for each item, four pictures and the examinee selecting the one that best represents the word pronounced by the evaluator.

Intelligence quotient and receptive language assessments, administered in that order, took about 1h30 to complete. The evaluator was either a psychologist or an undergraduate student who was supervised by a psychologist for the evaluation. Two testing sessions were programmed in order to sustain children's attention throughout the assessment.

2.3. Materials and setting

The subjects had no experience of reinforcement schedules, and were never exposed to this kind of experimental task prior to this study. They were seen individually in a quiet room in the kindergarten or at home. The experimental environment was constant for each subject throughout the study. Children were free to move around during experimental sessions.

The experiment was designed with E-prime 2.0 software (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA) providing data recording and reinforcement delivery. The operant response was a press on a touch screen (TTX-15" XGA LCD Monitor display with audio), chosen for its robustness and stable base. The reinforcers were 20 seconds cartoon sequences selected by the subject at the beginning of each session. They were asked to choose one or two cartoons or movies on a list of 16 presented with pictures of each alternative.

2.4. Procedure

Prior to the DRL sessions, 20 trials of FR1 were used to shape the operant response. Each trial began with the appearance of a yellow square on the touch screen. Children were exposed to two conditions, in the same order: DRL 5 s (DRL 5) and DRL 20 s (DRL 20). Seven sessions in each condition were conducted except for those subjects that had already attained the criteria of three consecutive sessions with at least 30% of reinforced IRTs and a mean of IRTs equals or superior to the DRL value (Pouthas, 1981). Four to five experimental sessions were performed weekly. The sessions ended after the subjects obtained 30 reinforcers or at the first response occurring after 20 minutes of the beginning of the session.

The DRL 5 condition was used first. In the literature on responding under DRL schedules, shorter durations are most commonly used before longer ones (Pouthas, 1981; Rivière et al., 1998; Weisberg & Tragakis, 1967), as it permits a more precise measurement of temporal control of behaviour. Indeed, we suppose that beginning

with longer durations would lead to less precise responding in shorter durations, as some participants might never be aware of the transition. Secondly, beginning with a long duration for a large number of sessions might possibly lead to subjects' attrition, as reinforcement may never occur and children might rapidly lose interest in the task. Thirdly, the contrast between the shaping phase (FR1) and the DRL 20 schedule is so important that the participant might experience it as an extinction program. No information about the delay was given, in order to observe the sensitivity to the contingency of the schedule.

Minimal instructions were given to subjects on the first DRL session, and when they asked questions about the schedule:

" *We are going to play a game. In this game, you have to make appear the cartoons you chose earlier. We want to watch as much of (the name of the cartoon) as possible*".

2.5 Measures

The measures used in this study are detailed in this section. The efficiency ratio, widely used in DRL schedules, is calculated as presented in Equation (1).

(1)

$$\frac{\text{Number of reinforced responses}}{\text{Total number of responses}}$$

Equation (2) presents the IRTs/opportunity (IRTs/Op) formula (Anger, 1956).

(2)

$$\frac{\text{Number of IRTs in interval X}}{\text{(Number of IRTs in interval X + Number of IRTs in intervals > X)}}$$

The optimisation coefficient calculation is presented in Equation (3).

(3)

$$\frac{\text{Observed number of reinforcers/min}}{\text{Optimal number of reinforcers/min}}$$

3. Results

3.1. Objective 1: evaluate children's performance in DRL with different durations

The proportion of reinforced IRTs or efficiency ratio is the most commonly used measure to report data in DRL schedule for the sake of clarity and ease of comparison with other experiments (Kramer & Rilling, 1970; Richelle & Lejeune, 1980). The first analyses were conducted on the last four sessions because this is the minimal number of sessions in each condition. Figure 1 presents the proportion of reinforced IRTs in the four last sessions of DRL 5 and in DRL 20, identified here as 5-1, 5-2, 5-3, and 5-4, and 20-1, 20-2, 20-3, and 20-4. A repeated-measures ANOVA on the proportion of reinforced IRTs in the last four sessions of each condition was performed to show the evolution from one session to another. The distributions for the efficiency ratio in DRL20 were not normally distributed, thus necessitating a transformation of the variables to perform the analyses. In DRL 5, a significant difference was observed, $F(3, 30) = 4.35, p = .012, \eta^2 = .30$, showing a progression

within the last sessions. The difference was not significant in DRL 20, $F(3, 30) = 1.55, p = .22, \eta^2 = .13$. Specific differences in the four last sessions are shown in the contrast analysis, to show whether the progression between sessions is the same. In the DRL 5 condition, the difference between 5-1 and 5-2 was significant, $F(1, 10) = 9.33, p = .01, \eta^2 = .48$, but differences between 5-2 and 5-3, and 5-3 and 5-4 were not, respectively, $F(1, 10) = 0.21, p = .89, \eta^2 = .002$, and $F(1, 10) = 2.07, p = .18, \eta^2 = .17$. As observed in DRL 5, the difference between 20-1 and 20-2 is the more important, $F(1, 10) = 4.59, p = .058, \eta^2 = .32$, although not statistically significant. The difference between the sessions 20-2 and 20-3, $F(1, 10) = 2.04, p = .18, \eta^2 = .17$, and 20-3 and 20-4, $F(1, 10) = 0.96, p = .35, \eta^2 = .09$, are not significant. These results indicate that the main differences were between the first and the second of the four last sessions in both conditions. The number of sessions therefore seems sufficient for the evaluation of temporal regulation in DRL 5 and DRL 20 with children at the age selected for this study, as the efficiency ratio was relatively stable in the three last sessions.

Insert Figure 1 here

Given the stability observed statistically and graphically, the first performance analyses were conducted with the mean of the three last sessions in DRL 5 and DRL 20. The proportion of reinforced IRTs in DRL 5 was .44 (SD = .20) and .36 (SD = .30) in DRL 20. These results suggest that children were generally able to adjust their

responses in a temporal regulation schedule of reinforcement with different durations. They were able to maintain a proportion of reinforced IRTs superior to 30% although a better performance was observed in DRL 5. However, elevated standard deviations observed indicate an important inter-subject variability, as it can be seen in Figure 1.

On the basis of the adjustment criteria (proportion of reinforced IRTs ≥ 30% and mean IRT ≥ DRL value) calculated on the three last sessions, seven subjects adjusted their responses in DRL 5 (12, 13, 14, 15, 16, 18, 20) and six in DRL 20 (12, 14, 15, 16, 17, 22).

3.2. Objective 2: measure the relationship between language, cognitive functioning, age, and performance in the task

The relationship between the proportion of reinforced IRTs in DRL 5 and DRL 20 and the control variables used in this study is measured with Pearson correlations. The mean proportion of the three last sessions is used because the performance is more stable as mentioned in the previous results section. Results presented in Table 2 show that FSIQ, PIQ, VIQ and receptive language (PPVT) were not significantly correlated with the proportion of reinforced IRTs in DRL 5 and DRL 20, $p > .05$. Only age was positively correlated with the mean proportion of reinforced IRTs in DRL5, $r = .712$, $p = .014$, indicating that older children have a better adjustment in this condition. Age was not related to the proportion of reinforced IRTs in DRL 20, $r = .133$, $p = .70$. These results are consistent with those reported by Pouthas (1981) and

Pouthas and Jacquet (1987), where older children have a more efficient temporal adjustment with short durations.

Insert Table 2 here

In their experiments, Pouthas (1981) and Pouthas & Jacquet (1987) reported that temporal control in children of 4.6 years old can be precise and is a skill that increases with age. Children aged from 2 to 2.6 years were not able to attain the same precision, even when instructions about the schedule were given. On the basis of their results, two groups were created: the first group included children aged between 2.6 and 4.5 years (n = 5; S22, S20, S19, S17, S11) and the second group included children of 4.6 to 7 years (n = 6; S14, S15, S16, S12, S18, S13). In the DRL 5 condition, the mean proportion of reinforced IRTs on the last three sessions for younger children ranged between .17 to .46 (M = .27 ; SD = .11), and between .37 and .73 for the older group (M = .58 ; SD = .14). In DRL 20, this proportion ranged between .10 and .41 for the younger subjects (M = .27 ; SD = .12), and for the older group between .03 and .89 (M = .46 ; SD = .37). Figure 2 presents the mean proportion of reinforced IRTs for the last three sessions, respectively for DRL 5 and DRL 20, for all subjects in order of age.

Insert Figure 2 here

In both conditions, older children presented a superior mean proportion of reinforced IRTs, but important individual differences were observed in DRL 20. Two subjects (S13 and S18) had a very low proportion of reinforced IRTs in DRL 20, inferior to 5%, while the other subjects of the older group each had an efficiency ratio greater than 48%, which is superior to the efficiency ratio of the most efficient subject in the younger group.

3.3. Objective 3: observe response patterns in typically developing children

The distribution of IRTs indicates the proportion of responses in a time range. Figure 3 presents the mean distribution of IRTs on the last session in DRL 5 and DRL 20 by age group, and IRTs per opportunity (IRTs/OP) in DRL 5. The IRTs/OP analysis measures the probability of responses occurring in an interval, considering that the subject did not respond in previous intervals (Anger, 1956). It aims to control for the bimodal distribution often observed. Subjects have more opportunities in short IRTs than in long IRTs. However, to analyse IRTs/OP, at least 20 opportunities per session in an interval are necessary. Considering the duration of sessions and the DRL value, there was not enough data in DRL 20 to conduct this analysis. A good temporal regulation is shown by an increase of IRTs/OP near the DRL value. In DRL 5, for the younger group, the mode was inferior to 1 s, with almost 40% of bursting responses.

Among the reinforced responses, the mode was greater than 10 s, indicating no precise temporal control in DRL 5 although the mean proportion of reinforced IRTs is superior to .30. The IRTs/OP analysis shows a very slight increase of the curve near the DRL value but no precision in responding. For the older group, the mode was between 7 s and 8 s with 20% of responses. Bursting responses represent only 5% of responses and most of the nonreinforced responses were observed between 4 s and 5 s. The IRTs/OP analysis indicates that older children were more precise with a proportion greater than .3 for IRTs between 4s and 8s, and a mode at 6 s. In DRL 20, an important increase of bursting responses was observed for both groups. Children younger than 4.6 years old made 57% of responses inferior to 1 s compared to 24% of responses by children older than 4.6 years. For both groups, reinforced responses occurred mostly after 40 s, indicating a very poor temporal regulation.

Insert Figure 3 here

Drawing from these results, the mean IRT, although a necessary indicator, does not bring the precision needed at this stage of analysis. We chose to illustrate the optimisation coefficient instead (Figure 4). The optimisation coefficient, as reported by Weisberg & Tragakis (1967), compares the number of reinforcers obtained and the number of reinforcers a subject could obtain in a specified condition. For example, in DRL 5, if a subject has a perfect temporal regulation, he would have 12 reinforcers

per minute. If the reinforcement rate observed is 6/min, the coefficient would be 0.5. Weisberg and Tragakis reported an optimisation coefficient between .34 and .45 for all their subjects in DRL 10 s and DRL 18 s.

Our results showed that the mean coefficient of optimisation for the younger group in DRL 5 was .25 (SD = .09 ; range = .11 - .34), and .50 (SD = .08 ; range = .40 - .62) for the older group, indicating that older children obtained twice the number of reinforcers earned by younger children. In DRL 20, this coefficient was .27 (SD = .03 ; range = .23 - .32) and .32 (SD = .07 ; range = .16 - .49), respectively for the younger and older group. In DRL 5, all subjects in the older group showed a coefficient greater than .40, with no subject attaining this criterion in the younger group. In DRL 20, three subjects out of six in the older group had a coefficient superior to .40, while no subject in the younger group showed a coefficient superior to .32. These results do not support those reported by Weisberg and Tragakis, as their subjects were aged from 15 to 41 months. In both conditions, none of our young subjects attained the same level of optimisation.

Insert Figure 4 here

The proportions of reinforced IRTs, of IRTs near the DRL value, and of bursting responses were explored for all DRL 5 sessions in Figure 5 for each subject in order of age. Most subjects showed a decrease of bursting responses over the sessions, and

an increase of reinforced responses. The proportion of IRTs between 4 s and 7 s remained very low for the younger group, while it improved greatly for the older subjects. During the last three sessions in DRL 5 for S14, S15, S16, and S12, all in the older group, an important gap was seen between the proportion of bursting responses and proportion of reinforced IRTs, as weel as an increase in the IRTs near the DRL value.

Insert Figure 5 here

For the DRL 20 condition, results were more erratic (Figure 6). A similar pattern was observed for S20, S19, S11, S18, and S13, which showed an important proportion of bursting responses, and a very low proportion of reinforced IRTs and IRTs near the DRL value. S22, S17, and S16 showed a very high variability in performance across sessions. S14, S15, and S12 had an important decrease or an absence of bursts, and a global increase in the proportion of reinforced IRTs and IRTs near the value, demonstrating temporal regulation. Most of the subjects presented an important increase of bursting responses in the transition from DRL 5 and DRL 20. Only one subject showed no bursting response in DRL 20 (S12).

Insert Figure 6 here

As expected in a DRL schedule, response rates should decrease throughout the sessions for most subjects. Figure 7 presents the mean number of responses per minute for each session in DRL 5 and DRL 20 for all subjects in order of age. In DRL 5, older children showed a similar pattern in the response rate in which the response rate was generally very high on the first session (M = 54.43, range = 16.16 – 114.61), and an important decrease followed. The mean response rate was 12.66 on the last session (range = 7.18 – 17.98). The younger children showed globally a more variable pattern of response throughout the sessions and no clear decrease in response rate. Subject 19 even surprisingly presented an important increase on the three last DRL 5 sessions. Younger children were consequently less sensitive to the contingencies of the schedule, and no temporal regulation was observed. In the DRL 20 condition, a decrease in the response rate was noted, as expected, for most of the subjects. However, two children (S18, S13) maintained a high response rate (>10/min) on almost all DRL 20 sessions and no significant decrease, while S12 was stable with a very low response rate (< 2.5/min).

Insert Figure 7 here

The within-session patterns of response analysis support the results previously presented. Younger children's behaviours show higher variability, while those of older children are generally more stable. However, variability is observed, and non reinforced responses occur throughout the session. For example, non response can be

observed for a long interval during a session, as presented in Figure 8, while this absence of a response is not observed in other sessions. Also, the performance might be better at the beginning of one session, while it is sometimes more accurate at the end for other sessions.

Insert Figure 8 here

---

4. Discussion

This study aimed to explore temporal control in children aged from 2.6 to 7 years old and to measure the relation between the performance in a DRL schedule and age, receptive language and cognitive functioning. Results presented in this study indicate that children adjusted their responses to a DRL 5 and DRL 20 schedules, considering the proportion of reinforced IRTs, and the mean IRT. Statistical stability of the operant was observed in the three last sessions in both conditions. Of the 11 children included in the study, 7 subjects had a mean proportion of reinforced IRTs superior to .30 and a mean IRT equal to or greater than the DRL value on the three last sessions in DRL 5, and 6 subjects attained this criterion in DRL 20. The proportion of reinforced IRTs was higher in DRL 5 than in DRL 20, although important individual differences were observed.

Receptive language, full scale IQ, verbal IQ and performance IQ did not seem to be correlated to temporal regulation, while age was correlated with performance in DRL 5. Those variables were assessed in order to have more information about the individual characteristics that might be related to performance in DRL. The relationship between performance and age has been observed in children by other researchers (Pouthas, 1981). However, age itself cannot be considered as an explanatory variable. It underlies so many more factors such as learning, experience, language and cognitive development. We used standard scores in this study, and as would be expected, age was correlated with raw scores on receptive language and IQ measures.

Lowe (1979) hypothesized that from infancy to the end of childhood, a transition from contingency governed operant behaviour to verbally governed behaviour could be observed. A few studies with FI schedules reported that very young children can show nonhuman-like patterns of response in temporal control studies, whereas older children show adult-like patterns (Bentall et al., 1985; Lowe et al., 1983). This could perhaps explain the age differences observed in temporal control studies. However, this hypothesis would be better assessed with FI because less variability in the response patterns can be observed in DRL schedules, as the regulation is required to obtain reinforcement.

Children from 4.6 years old have better temporal control of behaviour than younger ones, while they show a greater proportion of reinforced IRTs, of IRTs near the DRL

value, and very few bursting responses. These observations are more evident in the DRL 5 condition whereas more individual differences are noted in DRL 20. A considerable number of bursts were observed in the first sessions of each condition, and for some subjects, they persisted throughout the entire experiment. These bursting responses are often observed in DRL studies. The use of an audible click for each response could indicate to subjects that their response has been recorded, and could maybe decrease bursting responses. Kelleher, Fry and Cook (1959) used this click as a feedback with rats and a very few bursts were recorded. Likewise, Weisberg and Tragakis (1967) used a lever press response, and this lever produced an audible click for each response. Their subjects, although they were very young (15 to 41 months), could adjust their responses to the DRL 10 s and DRL 18 s schedules. The device we used, a touch screen, might have been responsible for some of these bursting responses, because sometimes the subjects pressed too lightly on the surface of the screen and were not recorded. There may have been ambiguity concerning some nonreinforced responses for the subjects. The click may have indicated that their presses on the screen had been taken into account (Kramer & Rilling, 1970). It would be necessary to specifically test the effect of a feedback such as the click on bursting responses in children. Another aspect to consider is the possible influence of the device itself on responses, as in our study, the operandum was the same device as the one delivering the reinforcers, which is not the case in most FI studies using touch screen (Darcheville et al., 1992, 1993; Rivière, Darcheville, & Clément, 2000).

However, in another unpublished DRL study using the same operandum (Rivière et al., 1998), a high level of responses occurring before 1 s were also observed, in a comparable proportion as reported in other studies, suggesting that this does not seem to be a factor affecting temporal control of behaviour in children.

The difference on the performance of the subjects between the two conditions might have been due in part by the passage from DRL 5 to DRL 20, which represents a substantial jump. Notably, bursting responses increased on the first DRL 20 session for almost all subjects. The use of closer delays could have improved performance. However, this study aimed to observe the response dynamic under two different delays and the development of adjustment within seven sessions. A stable performance was not required to move forward to the next condition, and there was no progressive increase in the DRL values. Thus, this experiment was not designed to measure the learning process, nor to evaluate the number of sessions needed to attain a good temporal regulation. The study of temporal control in children using DRL previously limited to short DRL values ($\leq$ 10 s), should probably be expanded to include larger DRL values in order to draw more valid conclusions.

Because stability was obtained in the three last sessions of each condition, but also on account of the fact that the study of temporal control with DRL in children is relatively difficult, we used a maximum of seven sessions in each condition. It is not surprising that the DRL schedules has some kind of negative aspect (Hearst, Koresko, & Poppen, 1964; Kramer & Rilling, 1970). Not only does the counter reset when the

subjects touch the screen too soon and they have to wait again, but also the video sequence only lasts 20 seconds. Some children expressed sometimes their frustration. For instance, after several trials without reinforcement, some of them asked the experimenter if the session was almost over, even if the reinforcer used was valuable. Those verbal behaviours might be seen as an attempt to escape.

Even though subjects choose which cartoons they want to watch during the session, all 20 seconds sequences are not necessarily equally reinforcing. For example, if a child chooses *Ice Age*, the sequences with the squirrel looking for its chestnut might have been more reinforcing than the sequences in which mammoths are talking for 20 seconds. In addition, it is difficult to have a reinforcer that maintains its reinforcing value on 14 sessions. In children studies, it is ethically impossible to ask for a prior state of deprivation regardless of the type of reinforcer. The satiation of cartoons has never been explicitly measured and it is generally inferred that it maintains its reinforcing value. It might be interesting to measure this in a further study and to evaluate the effects of changes in its magnitude with duration variations, and reinforcing value of sequences. In light of these variables specific to the study of temporal control in children, it is difficult to rigorously compare results with animal studies.

5. Conclusion

This study aimed to measure temporal control in children and to explore the relation between the performance in a DRL schedule (DRL 5 s and DRL 20 s) and age,

receptive language and cognitive functioning. Although a better performance is observed in DRL 5, and an age effect is shown, the results highlight the importance of individual differences influencing adjustment to the delay that might not be due to an experimental artefact, but rather leads to a better understanding of human temporal control. More accurate measures on individual particularities, would lead us to a more precise understanding of the variables implicated in temporal regulation processes. Likewise, the study of the experimental conditions that might affect the dynamics of temporal control should be considered in further studies.

Acknowledgements

We would like to thank the Fonds de Recherche du Québéc - Société et Culture for the financial support that we received during this study. We also want to thank the parents and children who participated in this study and the research assistants for their involvement in the project. Finally, we wish to acknowledge the contribution of P.-O. Caron for his comments on this paper and the invaluable help of Guy Martell, BCBA for the final revisions on the manuscript.

References

Anger, D. (1956). The dependance of interresponse times upon the relative reinforcement of different interresponse times. *Journal of Experimental Psychology, 52*(3), 145-161.

Barnes, D., & Keenan, M. (1993). Concurrent activities and instructed human fixed-interval performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 59*, 501-520. doi: 10.1901/jeab.1993.59-501

Bentall, R. P., Lowe, F. C., & Beasty, A. (1985). The role of verbal behavior in human learning: Ii. Developmental differences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 43*(2), 165-181.

Bruner, A., & Revusky, S. H. (1961). Collateral behavior in humans.

Catania, A. C., Matthews, B. A., & Shimoff, E. (1982). Instructed versus shaped human verbal behavior: Interactions with nonverbal responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 38*(3), 233-248.

Clément, C., Lattal, K. A., Rivière, V., & Darcheville, J.-C. (2007). Understanding the ontogenesis of temporal regulation in infants and children: An evaluation of the procedures. *European Journal of Behavior Analysis, 8*(1), 41-48.

Darcheville, J.-C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1992). Fixed-interval performance and self-control in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 57*(2), 187-199.

Darcheville, J.-C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1993). Fixed-interval performance and self-control in infants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 60*(2), 239-254.

Droit, S. (1994). Temporal regulation of behavior with an external clock in 3-year-old: Differences between waiting and response duration tasks. *Journal of Experimental Child Psychology, 58*, 332-345.

Dunn, L. M., & Dunn, D. M. (2002). *Peabody picture vocabulary test, 4th edition.* San Antonio, TX: PsychCorp.

Ferster, C., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement.* New York: Appleton-Century-Crofts.

Fetterman, J. G., Killeen, P. R., & Hall, S. (1998). Watching the clock. *Behavioral Processes, 44*(2), 211-224.

Hearst, E., Koresko, M. B., & Poppen, R. (1964). Stimulus generalization and the response-reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 7*, 369-380.

Jasselette, P., Lejeune, H., & Wearden, J. H. (1990). The perching response and the laws of temporal differenciation. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 16*, 150-161.

Kelleher, R. T., Fry, W., & Cook, L. (1959). Inter-response time distribution as a function of differential reinforcement of temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 2*, 91-106.

Kramer, T. J., & Rilling, M. (1970). Differential reinforcement of low rates: A selective critique. *Psychological Bulletin, 74*(4), 225-254.

Laties, V. G., & Weiss, B. (1962). Effects of alcohol on timing behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55*(1), 85-91.

Laties, V. G., Weiss, B., Clark, R. L., & Reynolds, M. D. (1965). Overt "mediating" behavior during temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 8*(2), 107-116.

Leander, J. D., Lippman, L. G., & Meyer, M. E. (1968). Fixed-interval performance as related to subjects' verbalizations of the reinforcement contingency. *The Psychological Record, 18*, 469-474.

Lejeune, H., & Macar, F. (1994). Régulations temporelles. In M. Richelle, J. Requin, & M. Robert (Eds.), *Traité de psychologie expérimentale* (pp. 859-923). Paris: Presses Universtaires de France.

Lippman, L. G., & Meyer, M. E. (1967). Fixed-interval performance as related to instructions and to subjects' verbalizations of the contingency. *Psychonomic Science, 8*(4), 135-136.

Long, E. R., Hammack, J. T., May, F., & Campbell, B. J. (1958). Intermittent reinforcement of operant behavior in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 1*, 315-339.

Lowe, C. F. (1979). Determinants of human operant behaviour. In M. D. Zeiler & P. Harzem (Eds.), *Reinforcement and the organization of behaviour*. Chichester and New York: Wiley.

Lowe, C. F., Beasty, A., & Bentall, R. P. (1983). The role of verbal behavior in human learning : Infant performance on fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 39*(1), 157-164.

Perone, M., Galizio, M., & Baron, A. (1988). The relevance of animal-based principles in the laboratory study of human operant conditioning. In G. Davey & C. Cullen (Eds.), *Human operant conditioning and behavior modification* (pp. 59-85). New York: Wiley.

Pouthas, V. (1981). Adaptation à la durée chez l'enfant de 2 à 5 ans. *L'année psychologique, 81*, 33-50.

Pouthas, V. (1985). Timing behavior in young children: A developmental approach to conditioned spaced responding. In J. Michon & J. Jackson (Eds.), *Time, mind and behavior* (pp. 100-109). Berlin: Springer-Verlag.

Pouthas, V., & Jacquet, A.-Y. (1987). A developmental study of timing behavior in 4-1/2 and 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology, 43*, 283-289.

Richardson, W. K., & Loughead, T. E. (1974). Differential-reinforcement-of-low-rate schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 22*(1), 121-129.

Richelle, M., & Lejeune, H. (1980). *Time in animal behavior*. New York: Pergamon Press.

Rivière, V., Darcheville, J.-C., & Clément, C. (2000). Rapid timing of transitions in inter-reinforcement interval duration in infants. *Behavioural Processes, 52*, 109-115.

Rivière, V., Darcheville, J.-C., & Cuvelier, G. (1998). *Drl performance in infants*. Paper presented at the Annual Convention of the Association of Behavior Analysis International, Orlando, FL.

Shimoff, E., Catania, A. C., & Matthews, B. A. (1981). Uninstructed human responding: Sensitivity of low-rate performance to schedule contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 36*(2), 207-220.

Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century-Crofts.

Stein, N., & Landis, R. (1973). Mediating role of human collateral behavior during a spaced-responding schedule of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology, 97*(1), 28-33.

Stein, N., & Landis, R. (1978). Effects of age and collateral behavior on temporally discriminated performance of children. *Perceptual and Motor Skills, 47*, 87-94.

Temple, J. L., Giacomelli, A. L., Roemmick, J. M., & Epstein, L. H. (2008). Habituation and within-session changes in motivated responding for food in children. *Appetite, 50*(2-3), 390-396.

Wechsler, D. (2002). *Wechsler preschool and primary scale of intelligence*. San Antonio, TX: Psychological Corp.

Weisberg, P., & Tragakis, C. J. (1967). Analyses of drl behavior in young children. *Psychological Reports, 21*, 709-715.

Table 1.

Subject number, gender, age, and standard scores for full scale IQ (FSIQ), verbal IQ (VIQ), performance IQ (PIQ) and receptive language (RL).

Identification			Assessment results		
Subject	Gender	Age	VIQ	PIQ	RL
S11	F	3.1	130	92	119
S12	M	5.8	103	113	111
S13	F	7	107	90	99
S14	M	4.9	136	115	122
S15	F	5.3	127	117	134
S16	F	5.8	107	80	128
S17	F	2.8	109	106	98
S18	M	6.2	93	101	102
S19	F	2.6	106	112	111
S20	F	2.6	90	106	91
S22	F	2.5	102	92	100
M		4.4	110	102.18	110.45
(*SD*)		(1.7)	(14.84)	(12.15)	(14.84)

Table 2.

Summary of intercorrelations.

Measures	1	2	3	4	5	6
1. 3L DRL5						
2. 3L DRL20	.565					
3. FSIQ	.164	.582				
4. PIQ	.029	.412	.731*			
5. VIQ	-.093	.388	.773**	.217		
6. PPVT	.200	.469	.535	.099	.719*	
7. Age	.712*	.133	.165	-.135	.042	.290

Note. 3L DRL5 = Mean proportion of reinforced IRTs for the last 3 sessions in DRL5; 3L DRL20 = Mean proportion of reinforced IRTs for the last 3 sessions in DRL20 ; FSIQ = Full Scale IQ ; PIQ = Performance IQ ; VIQ = Verbal IQ ; PPVT = standard score on the Peabody Picture Vocabulary Test-4.

* $p < .05$, two-tailed significance ** $p < .01$, two-tailed significance

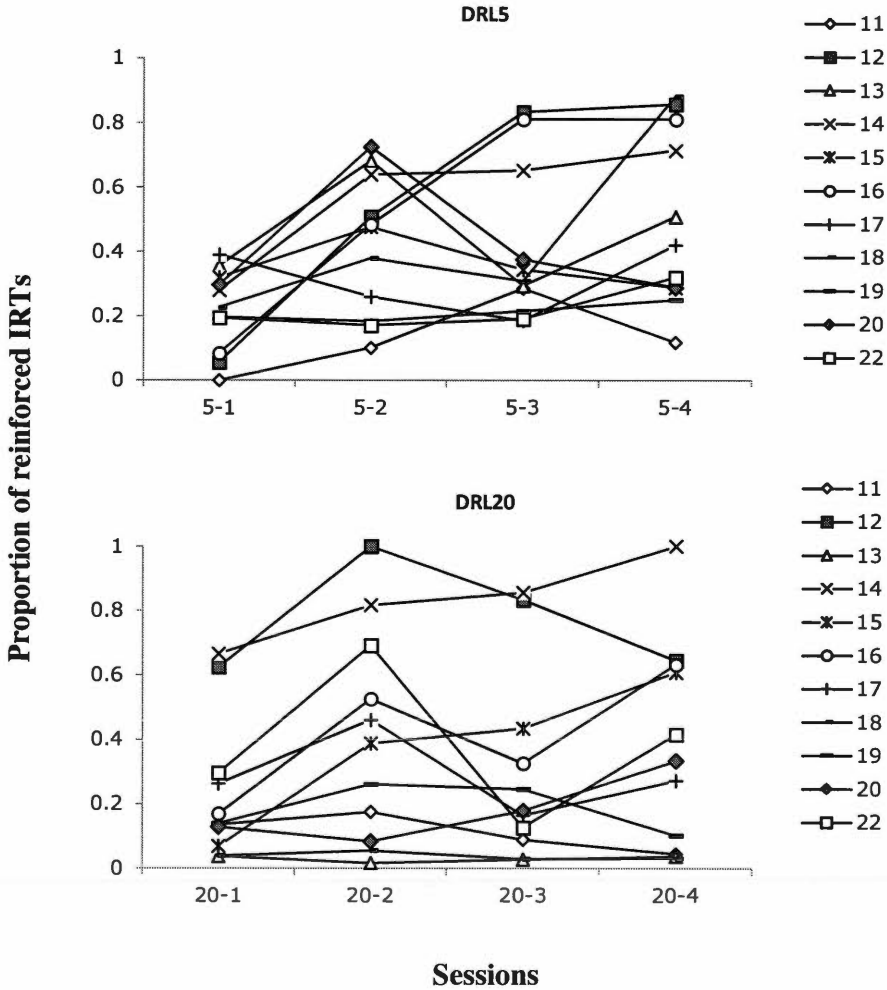


Figure 1. Proportion of reinforced IRTs in the last four sessions of DRL5 and DRL20 for all the subjects.

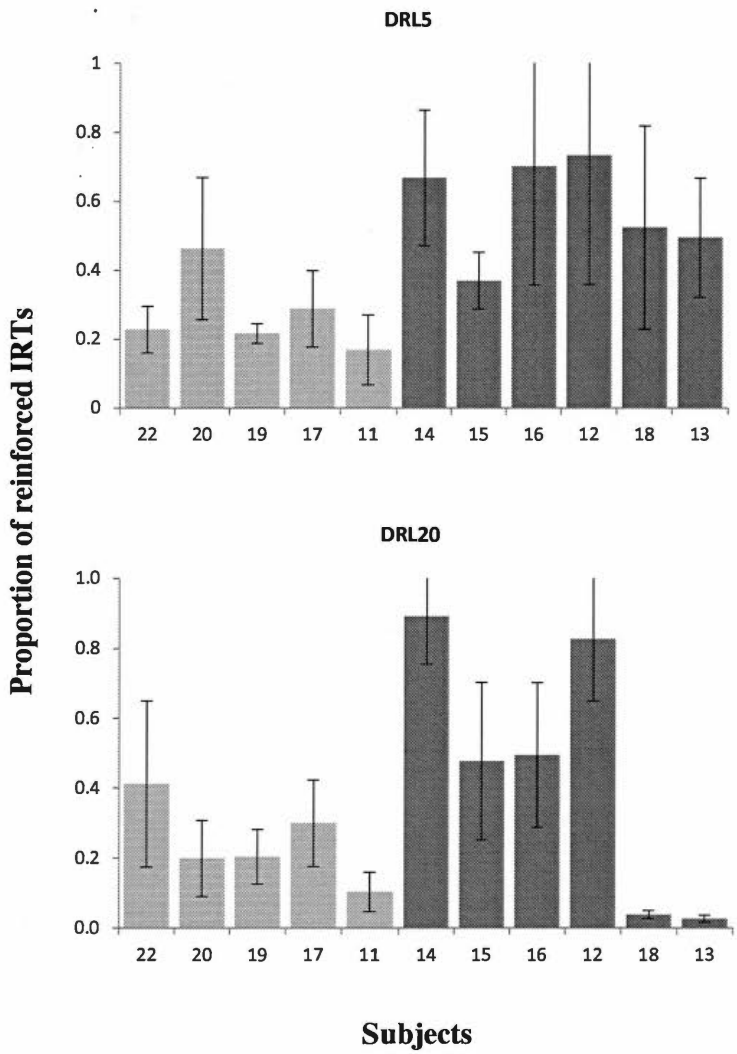


Figure 2. Mean proportion of reinforced IRTs on the three last sessions in DRL5 and DRL20 for all subjects in order of age.

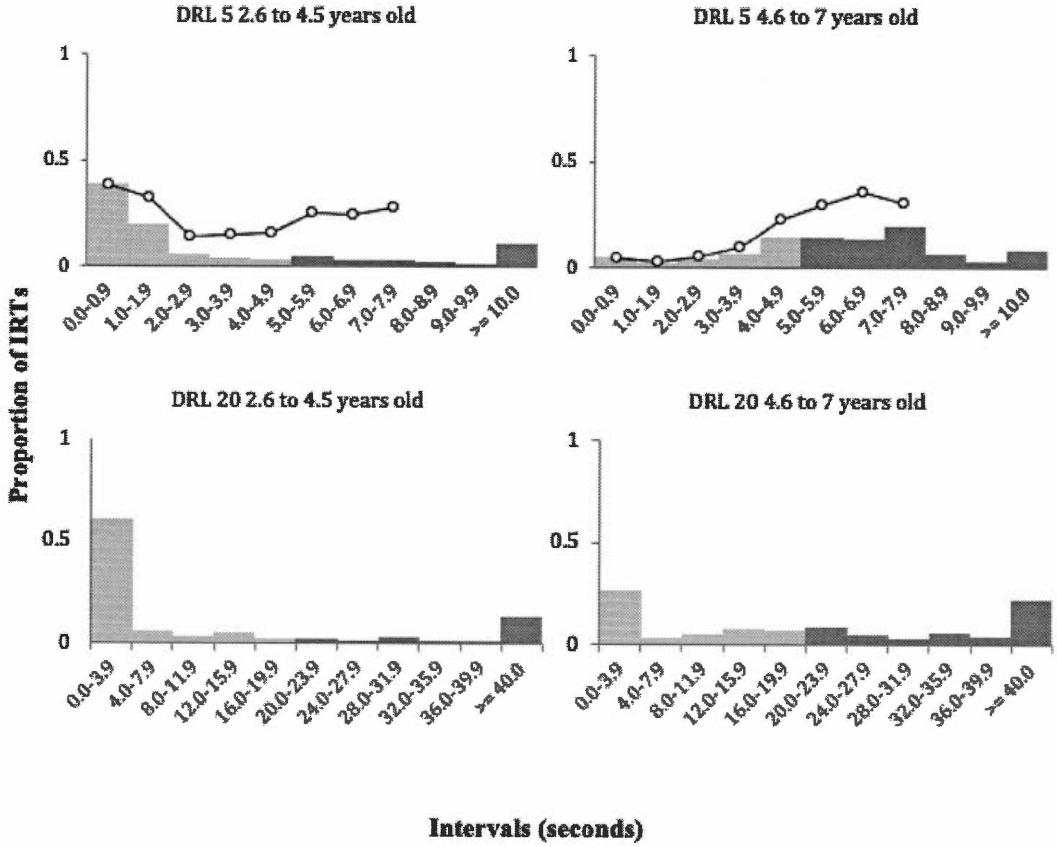


Figure 3. Mean distribution of IRTs in the last sessions of DRL 5 and DRL 20 by age group and IRTs/OP in DRL 5.

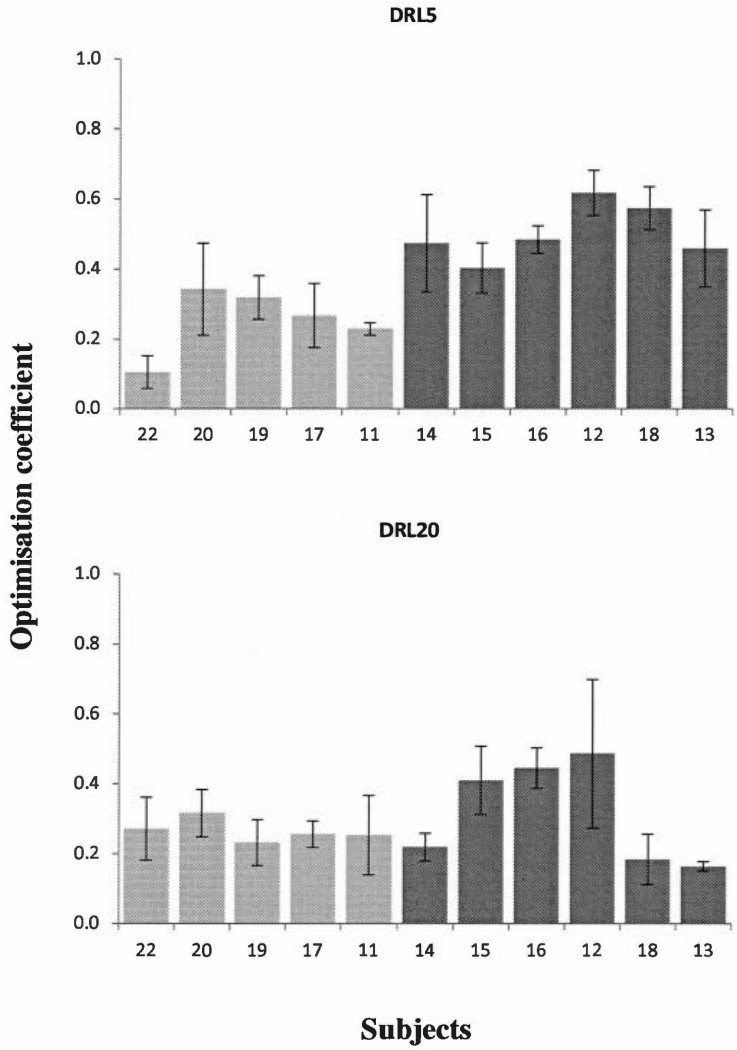


Figure 4. Mean optimisation coefficient on the three last sessions in DRL 5 and DRL 20 for all subjects in order of age.

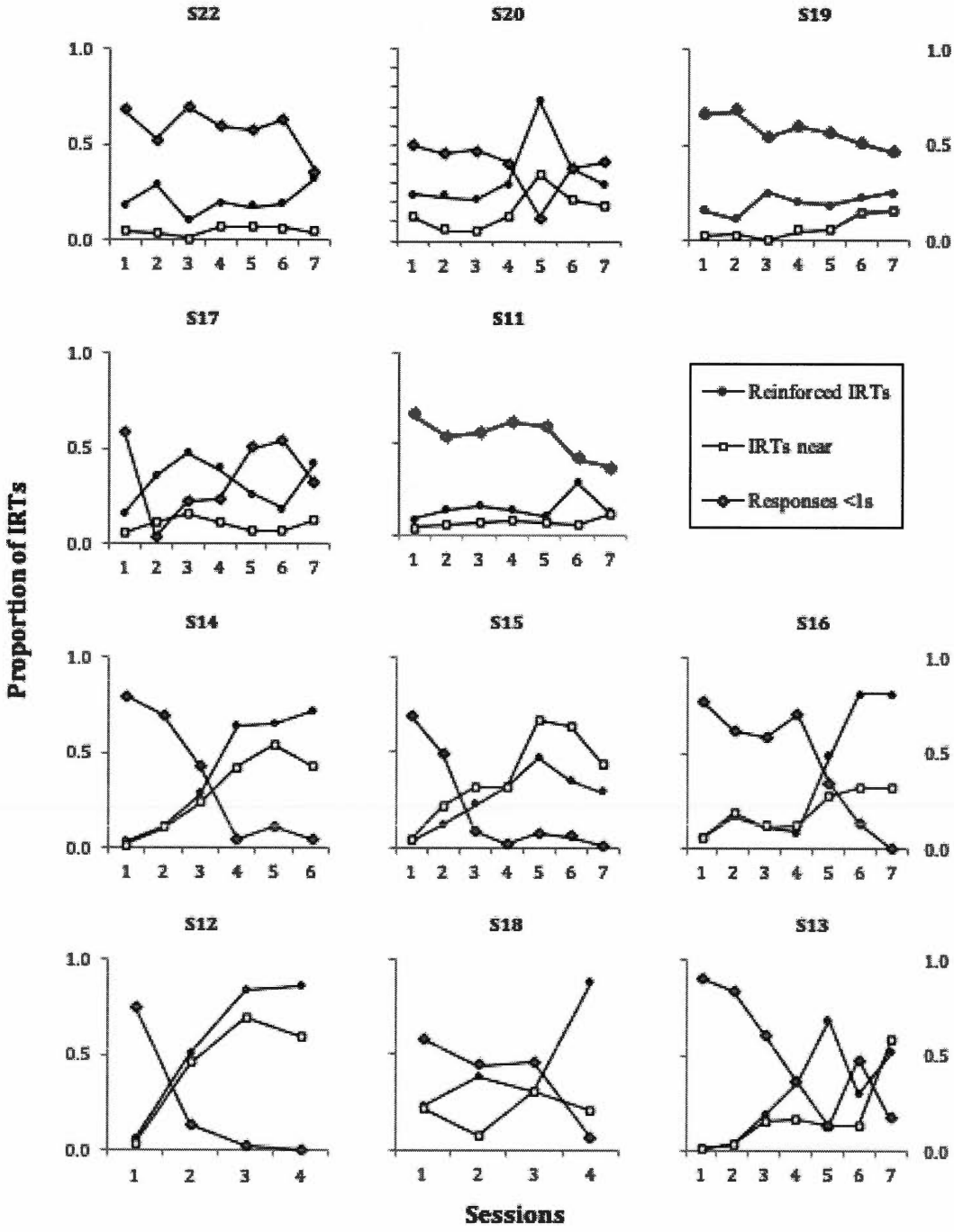


Figure 5. DRL 5. Proportion of reinforced IRTs, of IRTs near the delay (4s-7s), and proportion of responses <1s for each session and each subject in order of age.

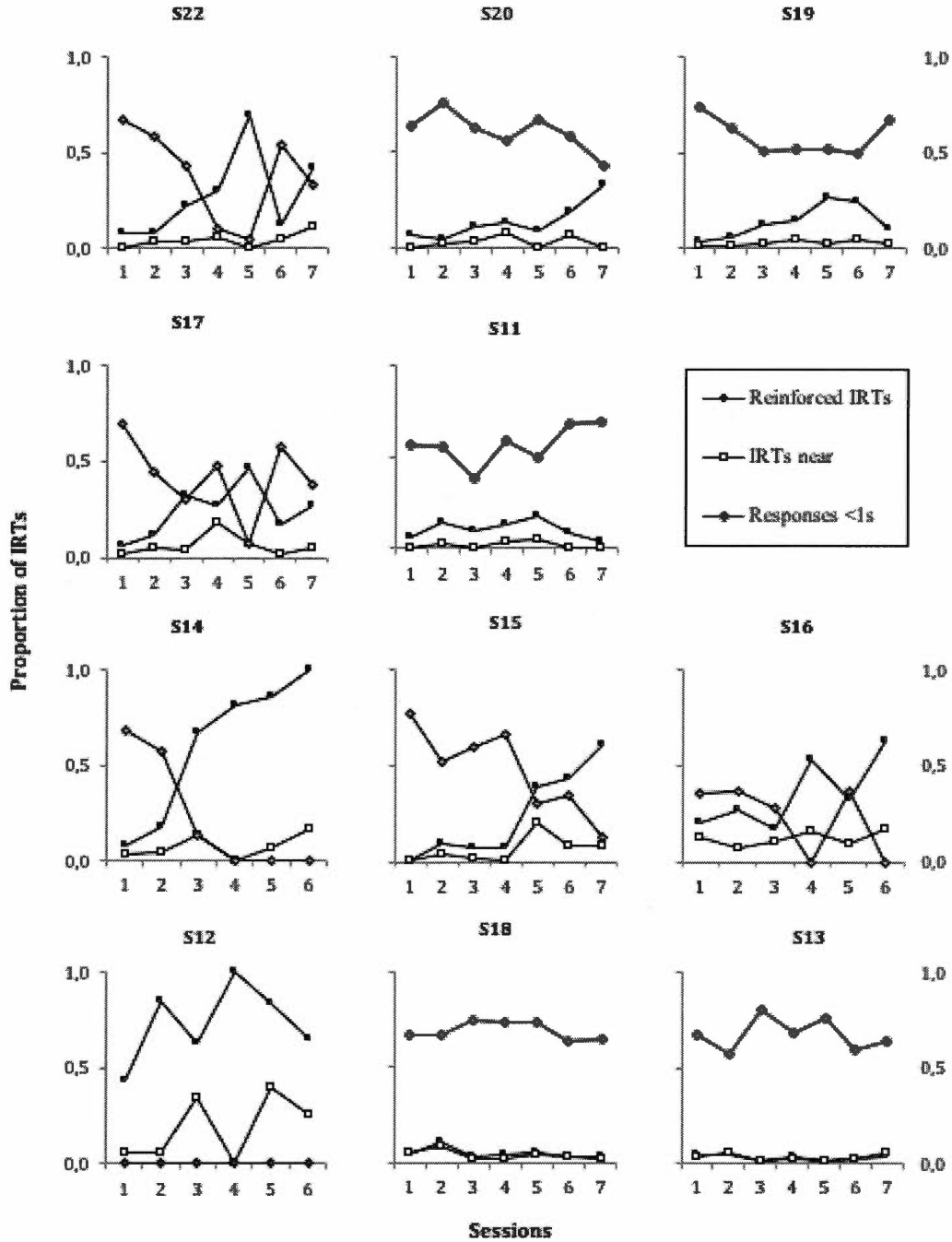


Figure 6. DRL 20. Proportion of reinforced IRTs, of IRTs near the delay (18s-24s), and proportion of responses <1s for each session and each subject in order of age.

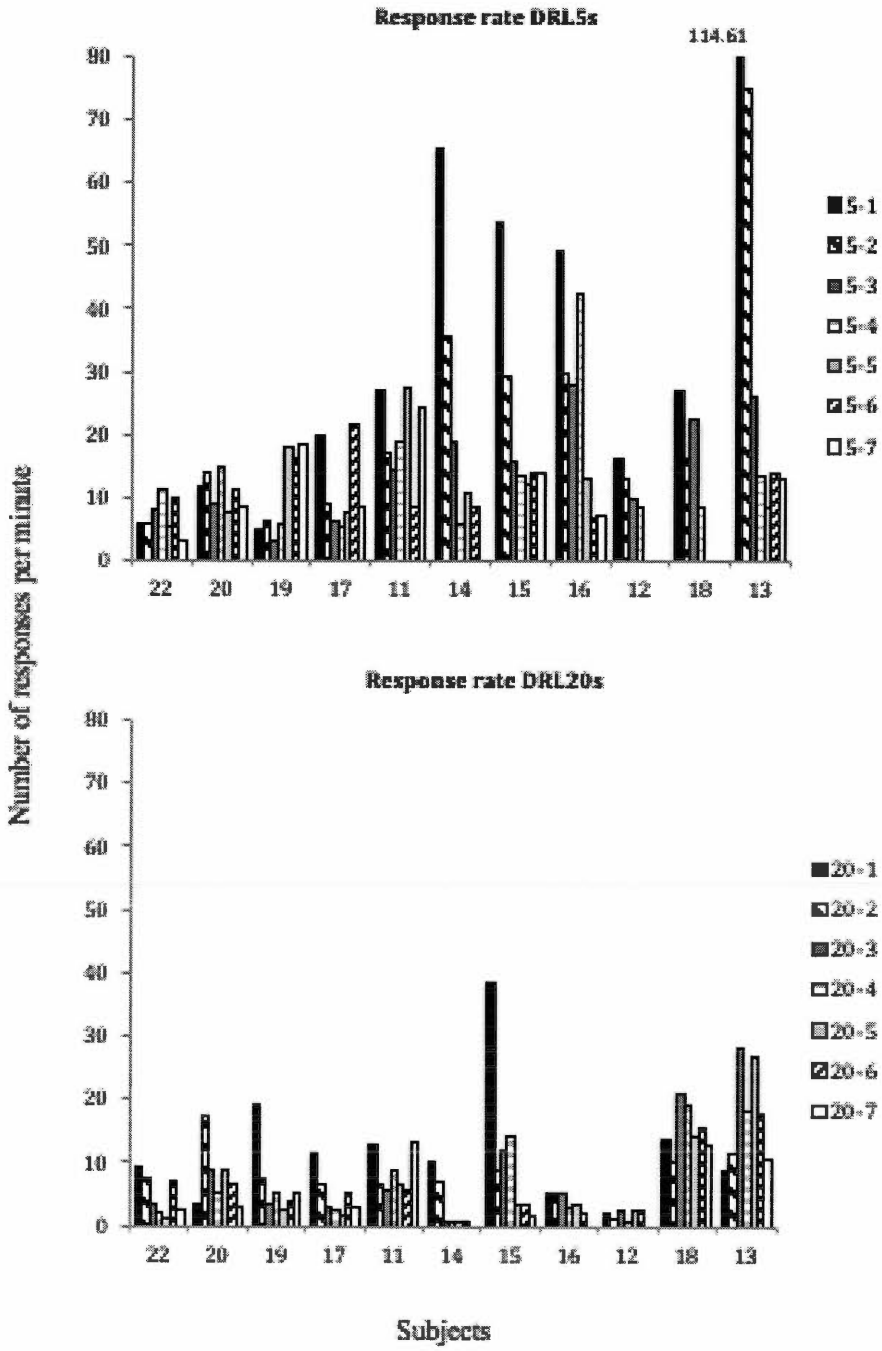


Figure 7. Response rate in DRL 5 and DRL 20 for each subject in order of age on all sessions.

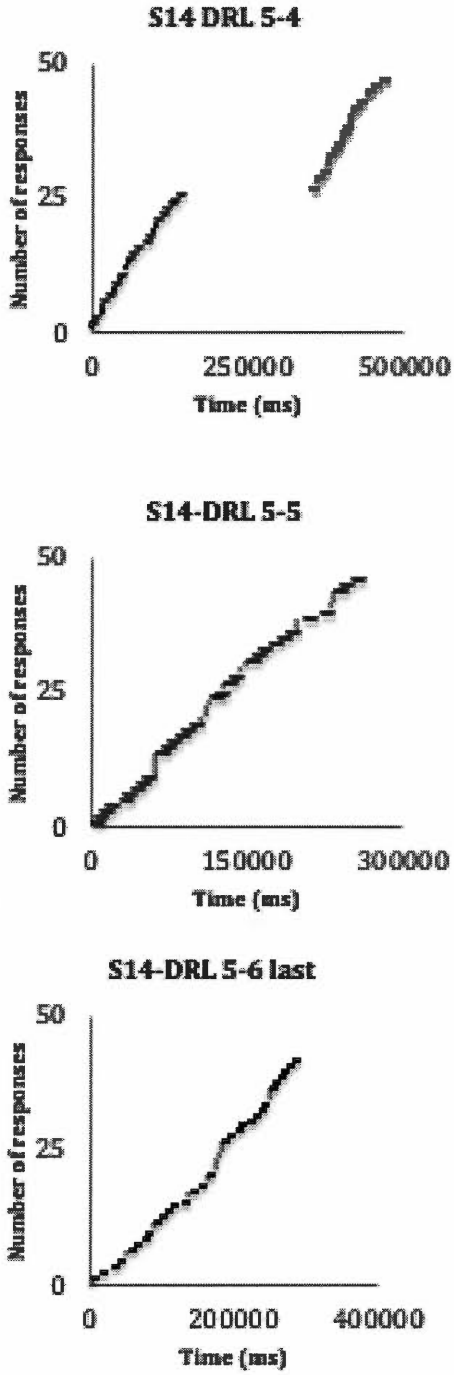


Figure 8. Cumulative records for the last 3 sessions in DRL 5 for S14.

CHAPITRE III

ÉTUDE 2

LA RÉGULATION TEMPORELLE CHEZ LES ENFANTS AYANT UN TROUBLE DU SPECTRE DE L'AUTISME EXPOSÉS À UN PROGRAMME DE RENFORCEMENT DIFFÉRENTIEL DES DÉBITS LENTS

Article soumis à la revue Journal of the Experimental Analysis of Behavior

Gaucher, M. & Forget, J. (2019). Temporal Regulation of Children with Autism Spectrum Disorder Exposed to a Differential-Reinforcement-of Low-Rates Schedule

.

(ANNEXE 1)

Temporal Regulation of Children with Autism Spectrum Disorder Exposed to a Differential-Reinforcement-of Low-Rates Schedule

Mélissa Gaucher and Jacques Forget

Département de psychologie, Université du Québec à Montréal

Author Note

We would like to thank the professionals from the Hôpital de jour of the polinique Ney in Paris, and from the Hôpital de jour of Rouffach in France. Special thanks are also due to Pr. Céline Clément, Dr. Schroder, Dr Isnard, and Dr Dutray for their assistance in the recruiting process. Finally, we express our warmest thanks to Anne-Josée Piazza for her propositions on the manuscript.

Correspondence concerning this article should be addressed to Mélissa Gaucher, Département de psychologie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888 succursale Centre-Ville, Montréal (Québec), H3C 3P8. Email: gaucher.m@gmail.com

Abstract

This study investigated temporal adjustment of children with autism spectrum disorder under a differential-reinforcement-of-low-rates (DRL) schedule. Sixteen participants, aged 3.2 to 7 years, were exposed to two conditions, DRL 5 s and DRL 20 s. Children participated in 7 sessions in each condition, except for 1 participant who attained the adjustment criteria in the DRL 5-s schedule. Temporal adjustment was measured with the proportion of reinforced interresponse times (IRTs) and the mean IRT. The operant response was a press on a touch screen and the reinforcers were cartoons. IQ and receptive language were measured prior the DRL sessions. Results showed that the mean proportion of reinforced IRTs was slightly higher in the DRL 5-s schedule. The mean IRT was above the IRT requirement in both conditions. However, substantial individual variability was observed. Children with higher IQ and receptive language scores presented a greater proportion of reinforced IRTs in both conditions. Moreover, participants who adjusted their responses to the DRL 5-s schedule were more likely to adjust responding to the DRL 20-s schedule. This suggests that some children might be more sensitive to reinforcement contingencies than others. This study points at future research in the field of timing in children.

Keywords: temporal regulation; reinforcement schedules; differential-reinforcement-of-low-rates; autism spectrum disorder

Temporal Regulation of Children with Autism Spectrum Disorder Exposed to a Differential-Reinforcement-of Low-Rates Schedule

Accurate perception of time is important for a number of domains affecting everyday functioning, such as social waiting behavior, daily organization, conversational skills, and effective decision-making. From a behavior-analytic perspective, perception of time can be assessed with temporal schedules of reinforcement, such as a fixed-interval (FI) schedule or a differential-reinforcement-of-low-rates (DRL) schedule (Ferster & Skinner, 1957; Richelle & Lejeune, 1980). In an FI schedule, the first response after a defined interval is reinforced; all responses occurring before the end of the delay have no programmed consequence (Ferster & Skinner, 1957). Both low and high rates of responses are observed, with or without a post-reinforcement pause (Clément et al., 2007; Okouchi, 2002). In a DRL schedule, it is necessary for the subject to pace responding in order to obtain a reinforcer. In the traditional presentation of a DRL schedule, also called spaced-responding DRL (Deitz, 1977), a response is reinforced if a minimum interresponse time (IRT) has elapsed. Responses occurring before the end of the IRT requirement reset the timer and the subject loses reinforcement opportunity. The rate of responding is reduced, but responses must still occur to obtain reinforcers.

DRL schedules have been used to study temporal control in animals since the 1930s (Skinner, 1938), and in humans since the late 1950s (Bruner & Revusky, 1961; Long et al., 1958). The mean, mode, distribution of IRTs, and proportion of

reinforced IRTs are often part of data analysis (Kramer & Rilling, 1970; Richelle & Lejeune, 1980). When the proportion of reinforced IRTs is less than .30, temporal regulation is considered poor (Pouthas, 1981). DRL schedules usually produce two main effects on operant behavior: a deceleration in the response rate on the first sessions, and a temporal adjustment of responses to the target interval. Generally, a bimodal distribution is observed, with one mode around 1 s and another near the target interval (Richelle & Lejeune, 1980). Responses occurring under 1 s, also called bursts, are observed in all species. However, some interspecies particularities have been noted. For example, for pigeons, bursts were more frequent when the delay increased, but this was not observed for rats under the same conditions (Kramer & Rilling, 1970). The type of operant response can also influence responding. For instance, in pigeons, bursts are less frequent when the operant is perching rather than key pecking (Jasselette et al., 1990).

Research involving temporal schedules of reinforcement indicates that human adults are sensitive to instructions. In these contexts, participants engage in rule-governed behavior, and generate their own rules regarding the contingencies of the reinforcement schedule in order to adjust their responses (Leander et al., 1968; Lippman & Meyer, 1967). Self-rules have been shown to have a similar impact on participants' behavior as instructions (Barnes & Keenan, 1993; Catania et al., 1982). When placed under a spaced-responding DRL schedule with accurate instructions about the delay, adults adjusted their responses precisely and frequently displayed

collateral behaviors (Laties & Weiss, 1962; Shimoff et al., 1981). Collateral behaviors are, by definition, different than the target response and, therefore, are not reinforced (Laties et al., 1965). They occur between operant responses, and they potentially help the participants adjust their response rates to the reinforcement schedule. In adults, the most frequent collateral behavior is counting; when participants are prevented from engaging in collateral behaviors, the adjustment is altered (Laties & Weiss, 1962). In contrast, uninstructed responding in adults is marked by more variability (Shimoff et al., 1981).

Studies with typically developing (TD) children exposed to DRL schedules have shown contrasting results. Weisberg and Tragakis (1967) studied temporal control under DRL 10-s and DRL 18-s schedules in five children aged 15 to 41 months. The participants developed low-rate patterns of responding in the DRL 10-s schedule, with a mean proportion of reinforced IRTs of .40. They reported optimization coefficients (observed number of reinforcers per min / optimal number of reinforcers per min) between .34 and .45 for all participants in both conditions. The stable proportion of reinforced IRTs in almost every session thus showed that young children adjusted their responses to the schedule when exposed to a greater delay (DRL 18-s). However, only three children were submitted to this last condition. Pouthas (1985) explored temporal control with a DRL 5-s in children aged 8 to 24 months. The proportion of reinforced IRTs varied between .20 and .30, except for one participant. On the other hand, Pouthas found that the young children adjusted their

responses to the schedule more efficiently when they engaged in collateral activities. Pouthas (1981) measured temporal control in two groups of young children: 2 to 2.6 years and 4.6 years. The younger children showed no temporal regulation, although instructions were given about the delay. Three of nine participants showed a proportion of reinforced IRTs greater than .30, but their performance lacked consistency: There were long intervals between responses that alternated with IRTs less than 1 s. Considering this poor temporal control, Pouthas decided to shape a collateral behavior (hands on the knees). Only one participant adjusted his responses to the schedule after the instructions were given and the collateral response was shaped. These results are inconsistent with Weisberg and Tragakis (1967). At 4.6 years, 4 of 12 children in Pouthas' study (1981) adjusted their responses to the schedule without instructions: three children up to a 15-s delay and one child up to a 7-s delay. From this group, six participants did not adjust to a DRL 2-s schedule and received instructions about the contingency. However, only four of the children were then able to adjust their responses to a 5 or 10-s delay. In another study with children of 4.6 and 7 years old exposed to DRL 5-s and DRL 10-s schedules, Pouthas and Jacquet (1987) reported a higher proportion of reinforced IRTs in older children and less brief IRTs in both conditions. Children aged 4.6 years showed better adjustment to the DRL 5-s than the DRL 10-s schedule. However, when instructions were given, they accurately spaced their responses in both conditions, with a mean proportion of reinforced IRTs over .60 in the last session. Becraft, Borrero, Davis, Mendres-Smith

and Castillo (2018b) measured spaced-responding DRL in children aged 4 to 5 years. They also compared temporal adjustment when a visual signal indicated the availability of the reinforcer. Their results indicated that the proportions of reinforced IRTs were over .40 for all participants when the signals were present and dropped to less than .25 when they were absent.

Gaucher, Clément and Forget (2015) conducted a study with 11 TD children aged 2.6 to 7 years. They measured the relation between receptive language, IQ scores and temporal adjustment with DRL 5-s and 20-s schedules. Their results showed that age was the only variable significantly correlated with temporal control, and only for the DRL 5-s schedule. Temporal adjustment was better in the DRL 5-s schedule regardless of age, but older children obtained twice as many reinforcers than younger children. For the DRL 5-s schedule, the mean optimization coefficient was .25 (range = .11 - .34) for participants aged 2.6 to 4.5 years and .5 (range = .40 - .62) for participants aged 4.6 to 7 years. For the DRL 20-s schedule, the mean coefficient was .27 (range = .23 - .32) for younger children and .32 (range = .16 - .49) for older children. According to Gaucher et al.'s criteria, seven children adjusted their responses in the DRL 5-s schedule and six did so in DRL 20-s schedule, with statistical stability observed in the last three sessions. However, for children who adjusted their responding in the DRL 20-s schedule, the responses were not precise, as most occurred after 40 s. In addition, more individual variability was noticed in this condition than in the DRL 5-s schedule.

Collectively, these studies suggest that age plays a role in the development of temporal control. Visual cues, verbal instructions on the contingency, and the ability to engage in collateral activities can facilitate temporal regulation in children of at least 4 years on DRL schedules less than or equal to 10 s. Lowe (1979) hypothesized that language might be a key variable in the development of temporal control. Part of the inconsistencies in the results might arise from the coexistent influence of contingencies and rules on operant responses.

The type of reinforcer used might also impact temporal control (Clément et al., 2007). The main reinforcers used in these studies were edibles (Stein & Landis, 1978; Weisberg & Tragakis, 1967), slides (Pouthas, 1985; Pouthas & Jacquet, 1987), slides and music (Droit, 1994), points (Becraft et al., 2018b), and cartoons (Gaucher et al., 2015). Edible reinforcers have the advantage of being immediately consumable. Although potentially powerful, repeated exposure leads to satiety (Temple et al., 2008). Points allow a continuity in responding, but might not be reinforcing enough for children with intellectual disabilities. Cartoons seem to maintain responses of children in FI (Darcheville et al., 1992) and DRL (Gaucher et al., 2015) schedules. Their advantages are that they can be chosen at the beginning of each session and consumed immediately when delivered, and they are resistant to satiety (Clément et al., 2007). This type of reinforcer is also considered highly preferred by TD children and children with autism spectrum disorder (ASD; Conine & Vollmer, 2018).

ASD is a developmental disorder characterized by impairment in social communication and interaction and an excess of restrictive patterns of behavior, interests or activities, and a preference for routines. Manifestations of the disorder vary greatly across individuals depending on age, the severity of behavioral deficits/excesses, intellectual functioning, and developmental level (American Psychiatric Association [APA], 2013). Research on time perception in adults and children with ASD is fairly recent. Nonetheless, a several procedures have already been used. The most common are time bisection (Brodeur et al., 2014), time estimation (Wallace & Happé, 2008), time production (Wallace & Happé, 2008), and time reproduction tasks (Brenner et al., 2015; Szelag et al., 2004). Although some discrepancies are noted in the results, the general tendency seems to link ASD with difficulties in perception of both short and long durations, regardless of the procedure chosen. However, visual cues have been shown to help in evaluating the passage of time (Williams et al., 2013).

As particularities in time perception are reported in children with ASD, this study investigated temporal adjustment under two different DRL durations. To our knowledge, this is the first study on timing behavior with DRL schedules in children with ASD. The same design and measures as Gaucher et al. (2015) were adopted. With the aim to study the effect of the variables reported in the literature as possibly related to temporal control in children, cognitive functioning and language were measured.

Method

Participants

Children with ASD were recruited from day hospitals, kindergartens, and autism resource centers in France. All participants had received a diagnosis of childhood autism, Asperger's syndrome, or pervasive developmental disorder unspecified, according to conventional criteria of the International Classification of Diseases, 10th edition (World Health Organization, 1992). Exclusion criteria included any known comorbid medical conditions that may have an impact on cognitive functioning. The principal investigator met individually with each family to explain the research project. The family was informed that their child's participation would have no impact on the services provided in the hospital, when they were patients, or kindergarten. All of the 20 families approached gave their informed consent, authorizing their child to participate. During the experiment, four children were excluded or quit the study due to sickness or schedule conflicts. In total, 16 children aged 3.2 to 6.8 years (mean age = 4.8; SD = 0.98) took part in the experiment. Ethical approval for this study was obtained from the appropriate university ethics committee.

Participants' intellectual functioning was measured with the Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (WPPSI-III), 3rd edition (Wechsler, 2004), for children aged 2.6 to 7.3 years. It was administered to all participants by a psychologist. The following WPPSI-III indices were used for analyses: Verbal IQ

(VIQ), Performance IQ (PIQ), General Language Composite (GLC), and Full-Scale IQ (FSIQ). In order to offer a coherent basis for comparison with other studies that include children with ASD, the FSIQ was used in spite of significant differences between the VIQ and the PIQ for half of the participants (Rivard, Terroux, & Mercier, 2014).

Receptive language was measured with the Peabody Picture Vocabulary Test, 4th edition (PPVT; Dunn & Dunn, 2002). This test assesses the receptive vocabulary of children and adults, aged 2.6 to 90 years. It provides reliable scores, with all reliability and validity coefficients in the .90s range, and is frequently used in studies with participants with ASD and matched control participants (Mottron, 2004). For each item, four pictures were presented, and the participant had to select the one that best represented the word stated by the evaluator. Table 1 displays the age, gender, diagnosis, FSIQ, PIQ, VIQ, GLC, and receptive language (RL) score for all participants. The IQ and RL evaluations, administered in that order, took about 1 hour to complete. Two testing sessions were programed in order to sustain children's attention.

Insert Table 1 about here

Apparatus

The experiment was designed with E-prime 2.0 software (W. Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002), which controlled data recording and reinforcer delivery. The operant response was a press on a touch screen (TTX-15" XGA LCD monitor display with audio), chosen for its robustness and stable base. The stimulus was a stationary 12 cm yellow square appearing on a gray background on the center of the touch screen. The reinforcer was a 20-s cartoon sequence chosen by the participant at the beginning of each session. The selection of cartoons used as reinforcers was derived from a survey conducted among the parents of the participants and parents of other TD children of the same age. Prior the start of each session, children were shown pictures representing each available cartoon. The participant could either point to the picture, hand the pictogram to the experimenter, or tell the experimenter which cartoon he/she wanted to see. Sixteen cartoons, with varied sequences, were available. Within a session, the children could decide to watch linked sequences of the same cartoon or watch sequences from several different cartoons.

The participants had no experience with experimental procedures involving reinforcement schedules prior to this study. Each child was seen individually in a quiet room within the day-care hospital setting, the kindergarten, or at home. The experimental environment was constant throughout the study for each participant.

Procedure

Assessments with WPPSI-III (Wechsler, 2004) and PPVT-IV (Dunn & Dunn, 2002) were conducted during the first two sessions, which lasted between 25 and 35 minutes each. Prior to the DRL sessions, 20 trials of a fixed-ratio one (FR 1) schedule were used to shape the operant response. During this phase, each press on the yellow square resulted in access to the cartoon reinforcer.

During the experimental phase, the participants were submitted to two DRL values: DRL 5 s and DRL 20 s. The order in which the conditions were presented was the same for all: DRL 5 s followed by DRL 20 s. Shorter durations were used before longer ones because it leads to a more precise observation of temporal control over responding (Pouthas, 1981; Weisberg & Tragakis, 1967). Starting with longer durations can prevent some participants from adjusting their responses in the second condition (when the DRL requirement decreases), as they would not discriminate the transition if they present a good temporal regulation. Moreover, beginning with a long duration for a large number of sessions can possibly lead to experimental attrition, as reinforcement may never occur, and children might quickly lose interest in the task. The contrast between the shaping phase (FR 1) and the DRL 20-s schedule was substantial and could have had the effect of an extinction procedure on the participants responding. Hence, the DRL 5-s sessions were introduced first. Seven sessions in each condition were conducted, except for the participants who reached a criteria of three consecutive sessions with a proportion of reinforced IRTs of at least

.30 and a mean IRT greater than the DRL value (Pouthas, 1981). No instruction about the delay was given, in order to observe the sensitivity to the contingency of the schedule. Minimal instructions were given on the first DRL session: "*We are going to play a game. In this game, you have to make the cartoons you chose earlier appear. We want to watch as much of (the name of the cartoon) as possible.*"

Each trial began with the appearance of the yellow square. Pressing on the screen prior to the elapse of the delay had no noticeable consequence for the participant: There was no visual nor audible cue, and the yellow square remained in its place. However, it did reset the interval. The session ended after the participants obtained 30 reinforcers or at the first response emitted after 20 minutes of the beginning of the session. The mean session durations were 18.52 min (range: 14.15 – 24.15 min) and 20.28 min (range: 19.63 – 25.24 min) for the DRL 5-s and 20-s schedules, respectively. Four to five sessions were performed weekly. The participants were not prevented from engaging in any collateral behaviors.

Results

Molar measures of participants' temporal adjustment

The first analyses were conducted on the last three sessions. The last three sessions, rather than the last session only, provide a more reliable picture of the participants' temporal adjustment (Gaucher et al., 2015; Pouthas, 1995). For example, the proportion of reinforced IRTs was higher on the last session for six participants in the DRL 5-s schedule and for seven participants in the DRL 20-s schedule. In

comparison, the higher proportion of reinforced IRTs was observed in the last three sessions for 10 participants in the DRL 5-s and nine participants in the DRL 20-s schedule. The mean proportion of reinforced IRTs was .29 (SD = .17) in the DRL 5-s schedule and .25 (SD = .18) in the DRL 20-s schedule. A repeated measures ANOVA revealed no significant difference between the last three sessions for the proportion of reinforced IRTs in DRL 5-s, $F(2,30) = 1.20, p = .314$, and DRL 20-s schedules, $F(2,30) = 1.29, p = .29$. In addition the mean IRT was 6.09 s (SD = 4.16) and 21.57 s (SD = 20.34) in the DRL 5-s and the DRL 20-s schedules, respectively, and no significant difference was observed for the mean IRT on the last three sessions in the DRL 5-s, $F(2,30) = 3.17, p = .087$, and DRL 20-s schedules, $F(2,30) = 1.89, p = .187$. The mean median IRT for the last three sessions was 2.18 s (SD = 2.07) in DRL 5-s and 13.19 s (SD = 19.07) in DRL 20-s.

According to the adjustment criterion (≥ 30% of reinforced IRTs and the mean IRT ≥ DRL value), the participants did not adjust their responses to the schedule. However, these results should be interpreted with caution. The large standard deviations observed for the mean proportion of reinforced IRTs and for the mean and median IRTs indicates large variations between participants, which were more pronounced for the DRL 20-s than the DRL 5-s schedule (c.f. Gaucher et al. 2015 with TD children). Among the 16 participants, four reached the adjustment criterion in the DRL 5-s schedule (S52, S55, S56, S63) and five did so in the DRL 20-s schedule (S51, S54, S55, S56, S65). Analyses were also conducted on the last

session for each condition, which revealed a mean proportion of reinforced IRTs greater than .30 in the DRL 5-s (M = .33; SD = .23) and the DRL 20-s (M = .31; SD = .26) conditions, and a mean IRT greater than the DRL value in the DRL 5-s (M = 8.72; SD = 8.09) and the DRL 20-s (M = 29.15; SD = 41.58) schedules.

Intellectual functioning, language, age, and temporal adjustment

Prior to data analysis, assumption of normality was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. Relations between the variables of interest were appraised using correlation testing. Table 2 presents the Pearson correlations calculated between the mean proportion of reinforced IRTs in DRL 5-s and DRL 20-s and age, Full-Scale IQ (FSIQ), performance IQ (PIQ), verbal IQ (VIQ), general language composite (GLC), and receptive language (PPVT-IV). As expected, the results indicated no correlation between age and proportion of reinforced IRTs (DRL 5-s: r = -.232, p = .39, DRL 20-s: r = .061, p = .82). FSIQ was positively correlated with the proportion of reinforced IRTs in DRL 5-s (r = .758, p = .001) and in DRL 20-s (r = .573, p = .02) schedules. PIQ also correlated positively with the proportion of reinforced IRTs in DRL 5-s (r = .715, p = .002) and DRL 20-s (r = .701, p = .002) schedules, as was receptive language measured with the PPVT-IV (DRL 5-s: r = .604, p = .013, DRL 20-s: r = .619, p = .011). However, GLC was only positively correlated with the proportion of reinforced IRTs in DRL 5-s schedule (r = .510, p = .044), and VIQ showed no significant correlation with this temporal adjustment marker in either of the two conditions.

Insert Table 2 about here

The proportion of reinforced IRTs in DRL 5-s and in DRL 20-s schedules were associated, meaning that participants who adjusted their responses to the schedule in one condition were more likely to do so in the other condition. Figure 1 presents the mean proportion of reinforced IRTs on the last three sessions in DRL 5-s and DRL 20-s schedules for all participants in ascending order of IQ scores. Large standard deviations were noted as well as individual differences. Proportion of reinforced IRTs were higher in the DRL 5-s condition for more participants than in the DRL 20-s condition, and there was more variability in the DRL 20-s condition.

Insert Figure 1 about here

While the proportion of reinforced IRTs provides a useful index of accuracy, the optimization coefficient compares the number of potentially available reinforcers in a specific condition to the actual number of reinforcers obtained by a participant. The mean optimization coefficient observed was .28 (SD = .12; range = .09 - .54) in the DRL 5-s and .30 (SD = .12; range = .17 - .51) in the DRL 20-s schedule (Figure 2). Only three participants presented a coefficient > .40 in both conditions (S51, S52

and S59). These results were comparable to those obtained by Gaucher et al. (2015) with TD children.

Insert Figure 2 about here

While the optimization coefficient, the proportion of reinforced IRTs, and the mean IRT are all efficiency measures, they are likely to lead to different conclusions regarding a participant's temporal adjustment. As such, the participants with the highest optimization coefficients were not necessarily efficiently adjusting their response to the schedule according to our adjustment criterion. This could translate into either a mean IRT lower than the DRL value and/or a proportion of reinforced IRTs lower than .30. Data for S51 illustrate this situation in the DRL 5-s schedule. This participant had a mean optimization coefficient of .54 (SD = .04), a mean proportion of reinforced IRTs of .48 (SD = .10) and a mean IRT of 4.4 seconds (SD = .66) on the last three sessions. From our perspective, this supports the assertion that measurement of temporal control in DRL schedules should include at least three indicators, such as the proportion of reinforced IRTs, the mean IRT, the proportion of IRTs less than 1 s, and the IRTs near the target interval.

Intersession response patterns

Considering the individual differences and the large standard deviations observed with the molar measures, the importance of observing intersession response

patterns for a better understanding of the development of temporal control in children with ASD is emphasized. In order to observe the response patterns, analyses focused on all the sessions. Three parameters were chosen to illustrate development of temporal control: the proportion of reinforced IRTs, the proportion of IRTs near the DRL value, and the proportion of IRTs less than 1 s. Figure 3 shows these measures for each DRL 5-s session for all participants. Good temporal regulation should include an increase in reinforced IRTs and IRTs near the DRL value and a decrease of IRTs less than 1 s over time.

From Figure 3, two patterns can be identified. Pattern 1 ("non-adjustment") was observed in S61, S62, S66, and S69. In those participants, we observed (a) a proportion of IRTs less than 1 s equal or higher than .40, (b) a proportion of reinforced IRTs below .25, (c) a proportion of IRTs between 4 s and 7 s below .15, and (d) no significant improvement across the seven DRL 5-s sessions. Pattern 2 ("temporal adjustment") was observed in S51, S52, S55, S63, and S67. It is defined by (a) a decrease of IRTs less than 1 s, (b) an increase of reinforced IRTs, and (c) an increase or a relatively high proportion of IRTs near the DRL value.

The pattern presented by S55 was distinct, as an important increase in the proportion of reinforced IRTs was observed (from 0.06 to 0.89) within five sessions, and no IRTs less than 1 s had occurred during the last two sessions. However, the third session in the DRL 5-s condition showed the best precision; the IRTs near the DRL value represented more than half of the responses and 39% were reinforced. On

the last two sessions, although at least 88% of IRTs were reinforced, responses were less precise, as he waited longer than 7 s for more than 75% of the intervals. These observations explain the large variability noted in Figure 3, as the optimization notably declined in the last two DRL 5-s sessions. Participant S51 presented the most precise temporal regulation, with at least 35% of IRTs between 4 s and 7 s and a comparable proportion of reinforced IRTs in the last four sessions of DRL 5-s. For the other participants (S53, S54, S56, S57, S59, S65, and S68), no clear response pattern was observed.

We observed two general tendencies: either (a) at least one session during which an improvement in temporal adjustment was observed, (b) a decrease in temporal adjustment was noted afterwards, and (c) a globally high proportion of IRTs less than 1 s (S53, S57, S65, and S68), or (a) an increase in the proportion of reinforced IRTs, (b) a globally high proportion of IRTs less than 1 s except for one session, and (c) a low proportion of IRTs between 4 s and 7 s (S54, S56, and S59).

Insert Figure 3 about here

In the DRL 20-s condition, patterns 1 and 2 were also observed (see Figure 4). S53, S57, S59, S61, S66, S67, S68 and S69 presented pattern 1 with a high proportion of IRTs less than 1 s, and a low proportion of reinforced IRTs and IRTs between 18 s and 24 s. Although S61 showed a high proportion of reinforced IRTs

and no IRTs less than 1 s on the last DRL 20-s session, his performance cannot be classified as "improving" because very few responses occurred during this session. S53 and S67 showed a decrease in IRTs less than 1 s and a slight increase in reinforced IRTs, but the IRTs less than 1 s were greater than .40 and the proportion of reinforced IRTs was less than .25 in all sessions. S51, S52 and S55 displayed pattern 2 and tended to gain temporal control over the last sessions. For the other participants (S54, S56, S62, S63, and S65), no precision was observed. S54 tended to improve his temporal adjustment but presented no IRT near the DRL value. S56 and S65 were not constant in their response to the schedule from one session to the other, and when they presented a high proportion of reinforced IRTs, they showed no IRT near the DRL value. S62 and S63 had at least one session in which they showed temporal regulation, but a decrease in performance was observed afterwards.

Insert Figure 4 about here

Of the 16 participants, only three displayed pattern 2 in both conditions (S51, S52, and S55), and these participants were the ones with the highest IQ. The three participants with the lower IQ scores displayed pattern 1 in both conditions.

Response rate was also informative regarding temporal control. Table 3 shows the response rate in all DRL 5-s and DRL 20-s sessions for each participant. Regulation of the response rate according to the schedule should be observed

throughout the sessions. In the DRL 5-s schedule, a very high response rate on the first session followed by a decrease should be expected because the participants had most recently experienced the FR 1 schedule. This case was observed for S51, S54, and S55. An increase in the response rate throughout the DRL 5-s condition was observed for S62, S65, S66, and S68, whereas relative stability was noted for S53, S61, and S69. The second session had the highest response rate for S52, S59, S63, and S67. The mean response rates in the DRL 5-s and 20-s conditions were 17.07 (SD = 11.43) and 7.64 (SD = 6.35) responses per minute, respectively. In the latter condition, S51, S52, and S55 tended to an optimal response rate of 3 responses per minute in the last sessions.

Insert Table 3 about here

Discussion

This study evaluated temporal control in children with ASD using DRL schedules. The measure of both short and longer durations was expected to provide a better picture of temporal regulation for this population. The participants were first exposed to a DRL 5-s schedule, followed by a DRL 20-s schedule. In both conditions, temporal control, as measured by the mean IRT and the proportion of reinforced IRTs, did not adjust to the contingencies. The mean proportion of

reinforced IRTs on the last three sessions across all the participants was less than 30%, whereas the mean IRT was greater than the DRL value in both conditions. These results suggest that there was no precision in response and that responding occurred too soon or too late relative to the DRL value. However, the standard deviations were substantial, suggesting that individual differences were considerable. Considering these parameters, temporal adjustment was slightly better in DRL 5-s than DRL 20-s schedule. Molar measures were consistent with the findings of DRL studies with TD children (Gaucher et al., 2015; Pouthas, 1981) in which the temporal adjustment was better with short durations. The results of other studies that used different procedures such as time reproduction tasks, also suggested that the perception of long durations might be impaired in individuals with ASD (Brenner et al., 2015; Maister & Plaisted-Grant, 2011). This suggest that differences in the perception of time by people with ASD may not be due to differences in procedures, but rather to specific features of ASD. However, additional research is needed to support this interpretation.

Intellectual quotient and receptive language were measured to evaluate their relationship with the development of temporal control. These two measures were significantly positively correlated with the proportion of reinforced IRTs in both DRL conditions, but age was not. These results differ from those reported by Gaucher et al. (2015), who found no relation between temporal adjustment to DRL schedules and IQ or language in TD children. In fact, the variability in terms of intellectual and

behavioral functioning was so great among our participants that chronological age could not be part of the variables related to the development of temporal control. However, a closer look at the data showed that the correlations between verbal ability (VIQ) and temporal adjustment were not significant, but performance IQ (PIQ) was significantly and positively correlated with temporal adjustment in DRL 5-s and DRL 20-s schedules. These results suggest that temporal regulation is not related to expressive language in children with ASD. Although we cannot explain this, studies with children with attention deficit/hyperactivity disorder have shown that even when the participants can describe the contingencies of the reinforcement schedule, they do not always respond in a manner consistent with their description (Clément & Baldassi, 2004). This behavior might be specific to children, or only to children with disabilities as adults typically respond consistently with the descriptions they make of the schedule contingencies (Lippman & Meyer, 1967). The fact that IQ was correlated with temporal adjustment supports the results of studies using time reproduction tasks, in which a higher working memory score was related to a better temporal perception (Brenner et al., 2015). Also, temporal adjustment to the DRL 5-s schedule was positively correlated with adjustment to the DRL 20-s schedule, indicating that participants who adjusted their responses in one condition were more likely to adjust them in the other. This suggests that some children might be more sensitive to reinforcement contingencies than others. Some participants maintain a high response rate despite the absence of reinforcement.

Although the molar analyses suggested better temporal control in the DRL 5-s condition, the adjustment criterion was fulfilled for more participants in the DRL 20-s condition. Results of the molecular analyses showed that only three of 16 participants developed temporal regulation. These three participants adjusted their responses in both conditions. This emphasizes the importance of molecular and graph analyses. These molecular measures were conducted with the proportion of reinforced IRTs, the proportion of IRTs near the DRL value, and the proportion of IRTs less than 1 s. Most participants still presented with a high proportion of IRTs less than 1 s in the last sessions, and for some, performance degradation was observed. Response rates were near zero for 25% of participants in the DRL 20-s schedule. This might be because the participants found the DRL schedules to be somewhat aversive (Hearst et al., 1964), and they tended to escape from it. Gaucher et al. (2015) also reported a very low response rate among TD children and emission of verbal behavior for which the function was to avoid the task (e.g., "After it is over, right?", "Video is not coming, you want to see my cars?"). Alternatively, the low response rates in the DRL 20-s condition could be because the reinforcer we used (20-s videos) disrupted responding and affected temporal control. By contrast, Becraft et al. (2018b) used points appearing on the screen as reinforcers, allowing participants to continue responding if they wanted to. However, points as reinforcers may not be appropriate for our participants. Some of them might need more "tangible" reinforcers, which are immediately consumable (Conine & Vollmer, 2018). In addition, the observed bursts

might have been due to arousal induced by the passage of time and reinforcer presentation (Doughty & Richards, 2002; Killeen, 1985). The fact that the response device and the reinforcer support were the same object might thus have influenced temporal adjustment.

The order in which the conditions were presented to participants was the same for all: the DRL 5-s followed by DRL 20-s schedule. Logically, it is easier to explore temporal regulation of behavior in that order, and it is expected that children would adjust to a DRL 20-s schedule after being submitted to a shorter duration. By contrast, the participants might never discriminate the DRL value change if they develop temporal control when the longer value is presented first. Moreover, the order used in the current study is consistent with literature on DRL schedules (Lejeune & Jasselette, 1986; Pouthas, 1981; Richelle & Lejeune, 1980). In future studies, it might be interesting to modify the order in which the participants are submitted to each condition in order to test this hypothesis.

Differences in the results of DRL studies with children might be explained through methodology differences regarding the reinforcers, the response device, the DRL values, and the experimental context (Clément et al., 2007). The response device and the reinforcers chosen in the present study were those suggested in the review on temporal schedules in children by Clément et al. (2007). We also used distinct durations in order to have a more representative view on temporal regulation than what had been studied previously with children. However, we changed

conditions after seven sessions without considering the temporal regulation of the participants who did not adjust as well, whereas those who adjusted their responses to the schedule for three consecutive sessions were then submitted to the further condition. It is possible that a longer exposure to the task would have improved their performance. However, our research question was not about learning temporal control; rather the research question was the exploration of temporal regulation in children with ASD. Investigation of learning temporal control could use a limited hold in order to achieve precision, as well as visual and/or audible cues. Future research should explore these possibilities.

The criteria used for temporal regulation, based on Pouthas (1981) with children, was a mean proportion of reinforced IRTs greater than .30 and a mean IRT equal or greater than the DRL value on three consecutive sessions. It should be modified for future studies. The problem concerns mainly the mean IRT criterion. A participant who presents a mean IRT of 4.8 s is considered "not adjusted" even if most of his/her responses occur between 4 s and 6 s. An adjustment criterion based on the mean IRT should therefore be more flexible. However, the mean IRT indicates, with the standard deviation, the precision and consistency in response. The optimization coefficient, measuring the number of reinforcers obtained compared to the number of possible reinforcers in a particular condition, brings another point of view on temporal regulation development. In this study, we had no criterion regarding this parameter; we simply wanted to explore data and compare it with other

studies. While IRTs / opportunity (Anger, 1956) is a useful measure of adjustment, it presents limitations in data analysis for studies with humans, especially with children with disabilities. Sessions must be long enough to have at least 20 opportunities per interval, which was not the case in this study.

Studies using spaced-responding DRL schedules with humans report variability in responding. This variability is observed between participants and within participants between sessions. It is less frequently noted when informative instructions about the reinforcement schedule are given. Some questions about human responding on DRL schedules remain unanswered. Is variability specific to humans? Are there some intervals in which we might systematically observe failure to develop temporal regulation, or conversely intervals in which temporal control would constantly be observed for a certain age group? At which point does the schedule become aversive? Does a change in the magnitude of the reinforcer impact temporal control? Animals submitted to DRL schedules in laboratory settings do not have any other choice but to find the "rule" and to adjust their responses because they are usually maintained at 70% of their free-feeding weight. Human participants are never in a comparable deprivation situation, and that might explain this variability. The level of control of the contextual events and motivating operations cannot be the same between humans and non-humans, but future studies can better control these variables, perhaps by selecting individualized and different types of reinforcers. It

would also be interesting to evaluate the effect of verbal and/or visual instructions and shaping of collateral behaviors on temporal regulation in children with ASD.

References

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Washington, DC: Author

Anger, D. (1956). The dependance of interresponse times upon the relative reinforcement of different interresponse times. *Journal of Experimental Psychology, 52*(3), 145-161. doi:10.1037/h0041255

Barnes, D., & Keenan, M. (1993). Concurrent activities and instructed human fixed-interval performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 59*, 501-520. doi:10.1901/jeab.1993.59-501

Becraft, J. L., Borrero, J. C., Davis, B. J., Mendres-Smith, A. E., & Castillo, M. I. (2018). The role of signals in two variations of differential-reinforcement-of-low-rate procedures. *Journal of Applied Behavior Analysis, 51*(1), 3-24. doi:10.1002/jaba.431

Brenner, L. A., Shih, V. H., Colich, N. L., Sugar, C. A., Bearden, C. E., & Dapretto, M. (2015). Time Reproduction Performance Is Associated With Age and Working Memory in High-Functioning Youth With Autism Spectrum Disorder. *Autism Research, 8*, 29-37. doi:10.1002/aur.1401

Brodeur, D. A., Gordon Green, C., Flores, H., & Burack, J. A. (2014). Time Estimation Among Low-Functioning Individuals With Autism Spectrum Disorders: Evidence of Poor Sensitivity to Variability of Short Durations. *Autism Research, 7*(2), 237-244. doi:10.1002/aur.1364

Bruner, A., & Revusky, S. H. (1961). Collateral Behavior in Humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 4*(4), 349-350. doi:10.1901/jeab.1961.4-349

Catania, A. C., Matthews, B. A., & Shimoff, E. (1982). Instructed versus shaped human verbal behavior: Interactions with nonverbal responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 38*(3), 233-248. doi:10.1901/jeab.1982.38-233

Clément, C., & Baldassi, M. (2004). *Fixed-interval performance in children with and without Attention Deficit Hyperactivity Disorder. What are the differences?* Paper presented at the Annual Conference of the Experimental Analysis of Behaviour Group.

Clément, C., Lattal, K. A., Rivière, V., & Darcheville, J.-C. (2007). Understanding the ontogenesis of temporal regulation in infants and children: An evaluation of the procedures. *European Journal of Behavior Analysis, 8*(1), 41-48. doi:10.1080/15021149.2007.11434272

Conine, D. E., & Vollmer, T. R. (2018). Relative preferences for edible and leisure stimuli in children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*. doi:10.1002/jaba.525

Darcheville, J.-C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1992). Fixed-interval performance and self-control in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 57*(2), 187-199. doi:10.1901/jeab.1992.57-187

Deitz, S. M. (1977). An analysis of programming DRL schedules in educational settings. *Behaviour Research and Therapy, 15*(1), 103-111. doi:10.1016/0005-7967(77)90093-6

Doughty, A. H., & Richards, J. B. (2002). Effects of reinforcer magnitude on responding under differential-reinforcement-of-low-rate schedules of rats and pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 78*(1), 17-30. doi:10.1901/jeab.2002.78-17

Droit, S. (1994). Temporal regulation of behavior with an external clock in 3-year-old: Differences between waiting and response duration tasks. *Journal of Experimental Child Psychology, 58*, 332-345. doi:10.1006/jecp.1994.1038

Dunn, L. M., & Dunn, D. M. (2002). *Peabody Picture Vocabulary Test, 4th edition.* San Antonio, TX: PsychCorp.

Ferster, C., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Gaucher, M., Forget, J., & Clément, C. (2015). Temporal control in children with differential reinforcement of low rates schedule: the role of age, language and cognitive functioning on temporal adjustment *Behavioural Processes, 119*, 58-69. doi:10.1016/j.beproc.2015.06.013

Hearst, E., Koresko, M. B., & Poppen, R. (1964). Stimulus generalization and the response-reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 7*, 369-380. doi:10.1901/jeab.1964.7-369

Jasselette, P., Lejeune, H., & Wearden, J. H. (1990). The perching response and the laws of temporal differenciation. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 16*, 150-161. doi:10.1037/0097-7403.16.2.150

Killeen, P. R. (1985). Incentive theory: IV. Magnitude of reward. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 43*, 407-417. doi:10.1901/jeab.1985.43-407

Kramer, T. J., & Rilling, M. (1970). Differential reinforcement of low rates: A selective critique. *Psychological Bulletin, 74*(4), 225-254. doi:10.1037/h0029813

Laties, V. G., & Weiss, B. (1962). Effects of alcohol on timing behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55*(1), 85-91. doi:10.1037/h0046400

Laties, V. G., Weiss, B., Clark, R. L., & Reynolds, M. D. (1965). Overt "Mediating" Behavior During Temporally Spaced Responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 8*(2), 107-116. doi:10.1901/jeab.1965.8-107

Leander, J. D., Lippman, L. G., & Meyer, M. E. (1968). Fixed-interval performance as related to subjects' verbalizations of the reinforcement contingency. *The Psychological Record, 18*, 469-474. doi:10.1007/BF03393795

Lejeune, H., & Jasselette, P. (1986). DRL performance in the weanling rat : A comparison with adults subjects. *Physiology and Behavior, 40*, 271-278. doi:10.1016/0031-9384(87)90046-1

Lippman, L. G., & Meyer, M. E. (1967). Fixed-interval performance as related to instructions and to subjects' verbalizations of the contingency. *Psychonomic Science, 8*(4), 135-136. doi:10.3758/BF03331586

Long, E. R., Hammack, J. T., May, F., & Campbell, B. J. (1958). Intermittent reinforcement of operant behavior in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 1*, 315-339. doi:10.1901/jeab.1958.1-315

Lowe, C. F. (1979). Determinants of human operant behaviour. In M. D. Zeiler & P. Harzem (Eds.), *Reinforcement and the organization of behaviour*. Chichester and New York: Wiley.

Maister, L., & Plaisted-Grant, K. C. (2011). Time perception and its relationship to memory in Autism Spectrum Conditions. *Developmental Science*, 1-12. doi:10.1111/j.1467-7687.2011.01077.x

Mottron, L. (2004). Matching Strategies in Cognitive Research with Individuals with High-Functioning Autism: Current Practices, Instrument Biases, and Recommendations. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 34*(1), 19-27. doi:10.1023/B:JADD.0000018070.88380.83

Okouchi, H. (2002). Individual differences in human fixed-interval performance. *The Psychological Record*, 173-186. doi:10.1007/BF03395422

Pouthas, V. (1981). Adaptation à la durée chez l'enfant de 2 à 5 ans. *L'année psychologique, 81*, 33-50.

Pouthas, V. (1985). Timing behavior in young children: A developmental approach to conditioned spaced responding. In J. Michon & J. Jackson (Eds.), *Time, mind and behavior* (pp. 100-109). Berlin: Springer-Verlag.

Pouthas, V. (1995). Apprentissage opérant chez le jeune enfant. In H. Lejeune (Ed.), *Des animaux et des hommes* (pp. 85-104). Paris: Presses universitaires de France.

Pouthas, V., & Jacquet, A.-Y. (1987). A developmental study of timing behavior in 4-1/2 and 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology, 43*, 283-289. doi:10.1016/0022-0965(87)90064-6

Richelle, M., & Lejeune, H. (1980). *Time in animal behavior*. New York: Pergamon Press.

Rivard, M., Terroux, A., & Mercier, C. (2014). Effectiveness of early behavioral intervention in public and mainstream settings: The case of preschool-age children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders, 8*, 1031-1043. doi:10.1016/j.rasd.2014.05.010

Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). E-prime Reference Guide. Pittsburgh: Psychology Software Tools, Inc.

Shimoff, E., Catania, A. C., & Matthews, B. A. (1981). Uninstructed human responding: sensitivity of low-rate performance to schedule contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 36*(2), 207-220. doi:10.1901/jeab.1981.36-207

Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century-Crofts.

Stein, N., & Landis, R. (1978). Effects of age and collateral behavior on temporally discriminated performance of children. *Perceptual and Motor Skills, 47*, 87-94. doi:10.2466/pms.1978.47.1.87

Szelag, E., Kowalska, J., Galkowski, T., & Pöppel, E. (2004). Temporal processing deficits in high-functioning children with autism. *British Journal of Psychology, 95*, 269-282. doi:10.1348/0007126041528167

Temple, J. L., Giacomelli, A. L., Roemmick, J. M., & Epstein, L. H. (2008). Habituation and within-session changes in motivated responding for food in children. *Appetite, 50*(2-3), 390-396. doi:10.1016/j.appet.2007.09.005

Wallace, G. L., & Happé, F. (2008). Time Perception in Autism Spectrum Disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders, 2*, 447-455. doi:10.1016/j.rasd.2007.09.005

Wechsler, D. (2004). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour la période pré-scolaire et primaire - troisième édition*. Paris: Éditions du centre de psychologie appliquée.

Weisberg, P., & Tragakis, C. J. (1967). Analyses of DRL behavior in young children. *Psychological Reports, 21*, 709-715. doi:10.2466/pr0.1967.21.3.709

Williams, D., Boucher, J., Lind, S., & Jarrold, C. (2013). Time-Based and Event-Based Prospective Memory in Autism Spectrum Disorder: The Roles of Executive Function and Theory of Mind, and Time-Estimation. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43*, 1555-1567. doi:10.1007/s10803-012-1703-9

World Health Organization. (1992). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Geneva: World Health Organization.

Table 1.

Participant Identification, Diagnosis, IQ and Receptive Language Scores.

Identification				IQ and receptive language scores				
Participant	Gender	Age	Diagnosis	FSIQ	PIQ	VIQ	GLC	PPVT-IV
S51	M	6.8	PDD	88	94	97	88	106
S52	M	4.7	AS	108	125	91	111	98
S53	M	4.3	CA	61	85	58	56	62
S54	M	4.5	CA	46	56	52	48	67
S55	M	3.2	AS	107	118	93	106	103
S56	F	4.8	PDD	52	80	52	66	71
S57	M	4.2	CA	43	48	52	45	23
S59	M	3.8	CA	54	69	49	50	22
S61	M	6.4	CA	40	45	44	45	20
S62	M	5.3	PDD	67	61	93	111	92
S63	M	3.8	PDD	82	52	116	140	118
S65	M	5.5	CA	60	96	46	70	89
S66	M	4.9	CA	41	45	50	45	20
S67	M	6.1	CA	44	56	44	60	61
S68	M	4.3	CA	43	47	52	45	20
S69	M	5.1	CA	41	45	48	45	20
M		4.9		61.06	70.13	64.81	70.69	62.00
(*SD*)		(0.99)		(23.19)	(26.57)	(23.96)	(30.76)	(36.48)

Note. FSIQ = Full Scale IQ; PIQ = Performance IQ; VIQ = Verbal IQ; GLC = General Language Composite; PPVT = standard score on the Peabody Picture Vocabulary Test-4 (receptive language). Diagnosis according to ICD-10: CA = Childhood Autism; AS = Asperger syndrome; PDD = pervasive developmental disorder unspecified.

Table 2.

Summary of Intercorrelations for Age, IQ and Receptive Language Scores, and the Proportion of Reinforced IRTs in the DRL 5-s and DRL 20-s Schedules

Measure	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
1. Age								
2. FSIQ	-.224							
3. PIQ	-.130	.831**						
4. VIQ	-.176	.836**	.424					
5. GLC	-.170	.830**	.490	.933**				
6. PPVT	-.011	.808**	.652**	.796**	.875**			
7. DRL5	-.232	.758**	.715**	.492	.510*	.604*		
8. DRL20	.061	.573*	.701**	.331	.379	.619*	.742**	

Note. FSIQ = Full Scale IQ; PIQ = Performance IQ; VIQ = Verbal IQ; GLC = General Language Composite; PPVT = standard score on the Peabody Picture Vocabulary Test-4; DRL5 = Mean proportion of reinforced IRTs for the last 3 sessions in the DRL 5-s condition; DRL20 = Mean proportion of reinforced IRTs for the last 3 sessions in the DRL 20-s condition.

* $p < .05$, two-tailed significance ** $p < .01$, two-tailed significance

Table 3.

Response rate in DRL 5 s and DRL 20 s.

Ss	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7
61	16,42	30,39	15,24	32,60	18,73	29,22	13,44
69	5,53	9,45	15,14	11,78	5,16	12,32	7,69
66	12,13	30,16	42,74	16,74	58,04	51,57	17,95
68	7,53	10,62	8,85	11,63	8,20	20,66	42,21
57	18,30	5,88	10,54	8,52	15,08	23,47	6,35
59	29,11	40,61	7,42	14,62	15,29	17,33	12,49
67	19,44	34,46	17,34	8,19	14,97	13,69	11,58
54	35,29	19,03	9,26	26,34	16,40	6,65	2,85
56	16,93	9,22	16,63	4,04	2,85	12,95	2,66
53	29,40	17,75	10,19	27,60	24,78	12,08	23,99
65	8,74	4,94	15,27	14,48	9,66	22,52	12,50
62	26,75	40,78	39,10	34,46	36,34	55,94	40,27
63	11,41	16,59	11,27	8,89	9,71	9,12	8,69
51	66,57	16,80	27,35	15,41	16,00	13,80	11,86
52	7,07	20,90	0,49	14,56	7,74	13,58	10,01
55	31,70	9,42	11,62	7,25	2,13	*	*

Ss	20-1	20-2	20-3	20-4	20-5	20-6	20-7
61	19,75	10,22	8,67	5,21	7,43	7,84	0,64
69	7,16	15,26	6,10	15,28	25,09	9,03	8,52
66	32,62	23,07	25,22	16,64	27,66	30,53	25,42
68	18,69	10,71	10,26	11,20	6,96	13,20	10,42
57	10,66	3,19	4,19	10,84	11,44	11,52	5,87
59	24,05	14,31	7,42	13,88	7,95	14,96	6,18
67	17,46	13,63	17,64	13,73	8,23	7,72	4,93
54	12,47	11,53	2,13	12,12	7,64	3,79	0,64
56	8,87	9,68	1,48	2,23	0,60	0,68	4,43
53	26,17	17,97	7,89	4,95	10,68	4,32	4,79
65	11,12	8,46	1,81	4,61	1,49	2,24	3,68
62	21,01	9,34	3,45	4,16	5,42	6,33	7,77
63	10,44	3,54	4,72	1,34	4,09	4,23	6,19
51	6,44	6,76	9,60	5,13	4,24	2,90	2,46
52	8,03	6,67	11,82	9,74	11,97	4,57	2,78
55	8,64	11,11	3,36	13,93	5,42	0,78	1,14

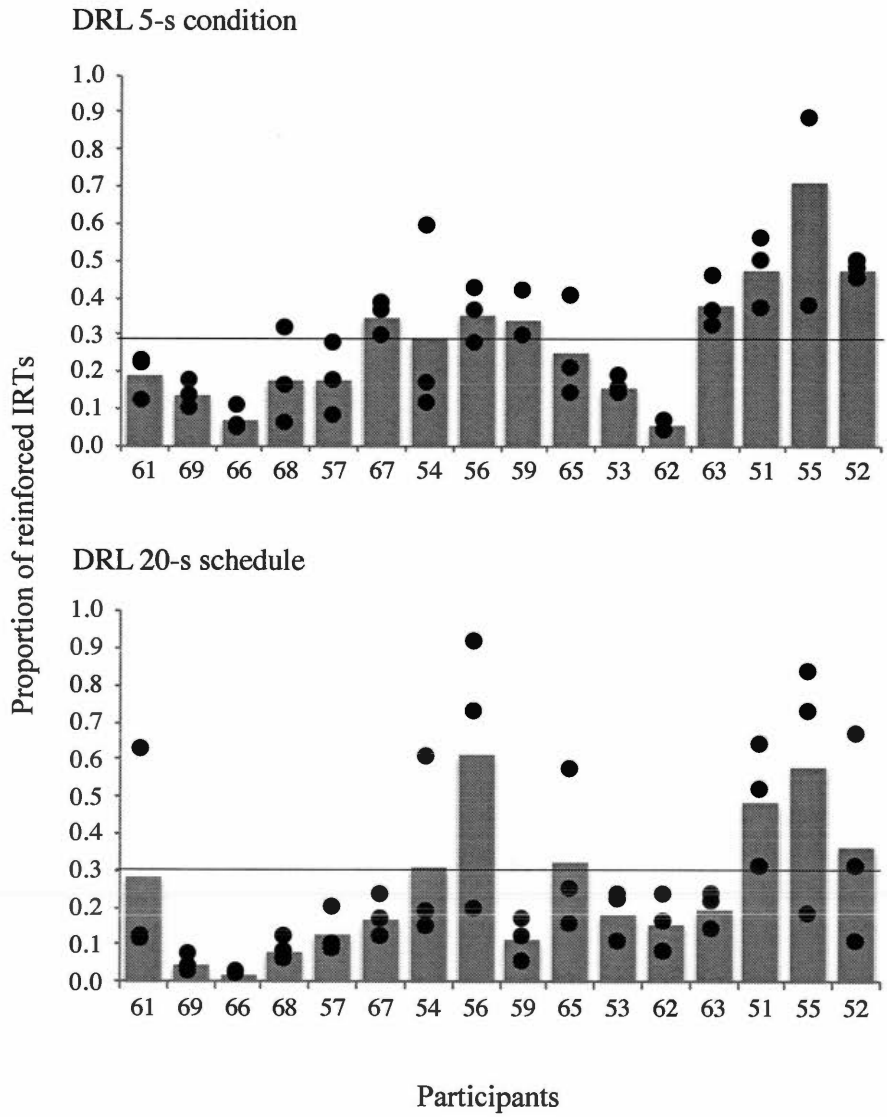


Figure 1. Mean proportion of reinforced IRTs on the three last sessions for all participants presented in order of ascending intellectual quotient. The black dots represent the proportion of reinforced IRTs for the three last sessions.

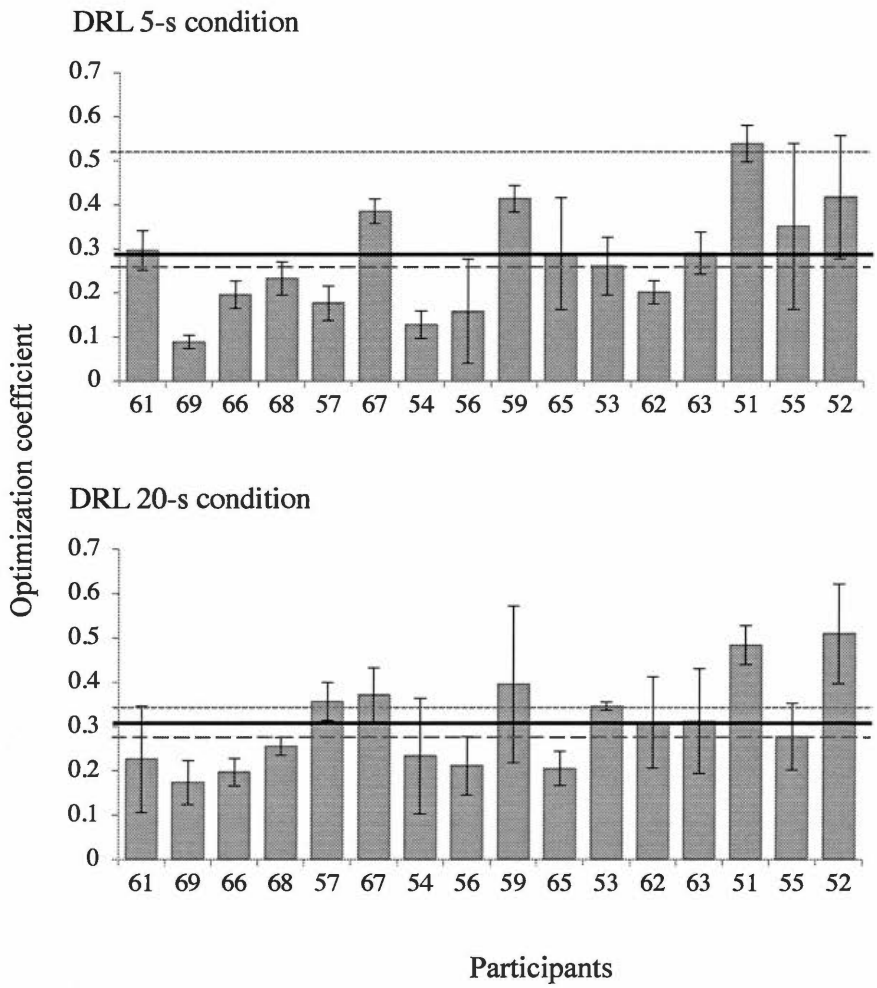


Figure 2. Mean optimization coefficient calculated on the three last sessions in the DRL 5-s and the DRL 20-s conditions for all participants. The solid lines represent the mean optimization coefficient for all participant in each condition. The dotted lines represent the mean optimization coefficient in DRL 5-s and DRL 20-s schedules of TD children aged 4.6 to 7 in Gaucher et al. (2015) study. The dashed lines represent the mean optimization coefficient in DRL 5-s and DRL 20-s schedules of TD children aged 2.6 to 4.5 in Gaucher et al. (2015) study.

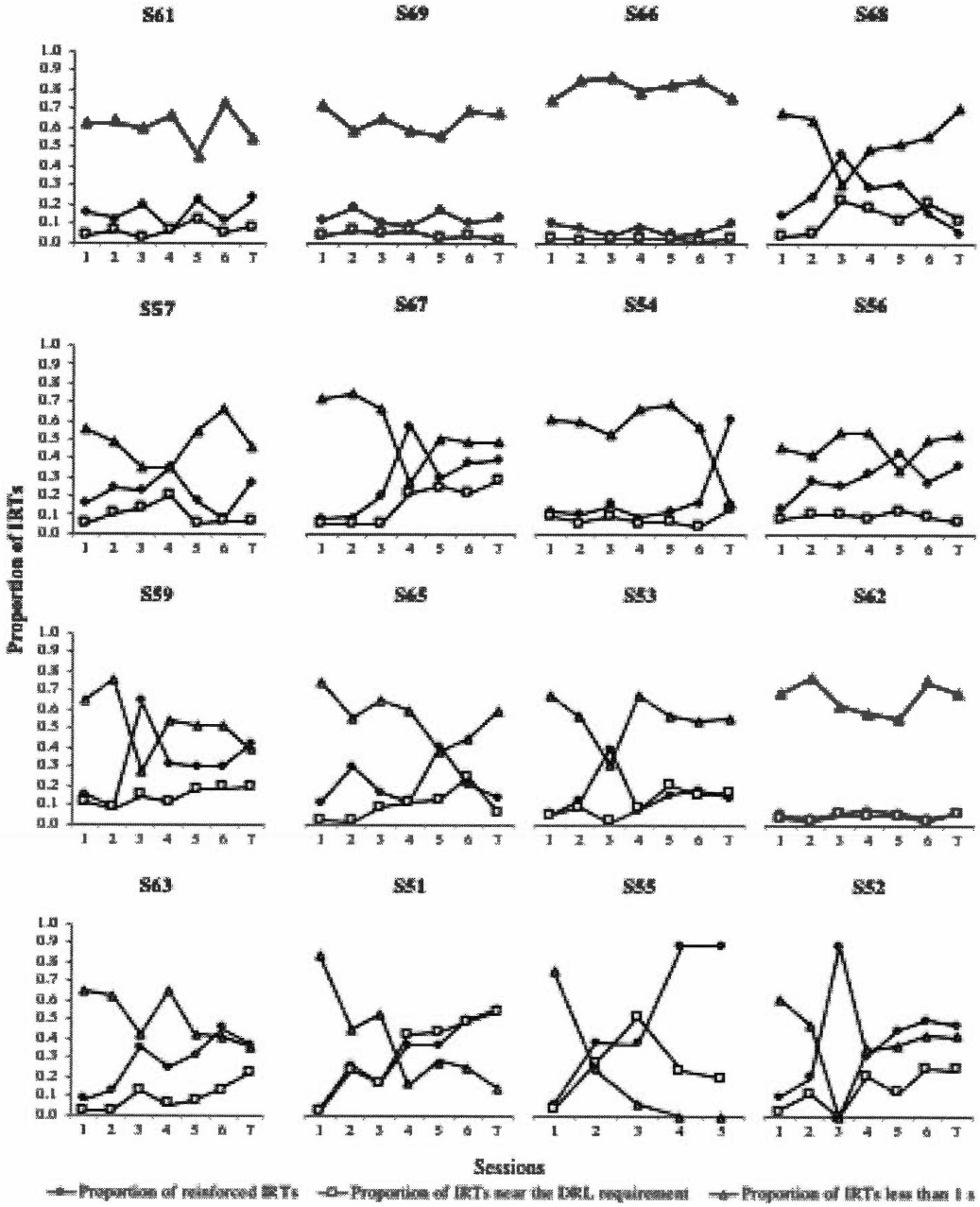


Figure 3. Proportion of reinforced IRTs, IRTs between 4 and 7, and IRTs less than 1 s in the DRL 5-s condition for all participants.

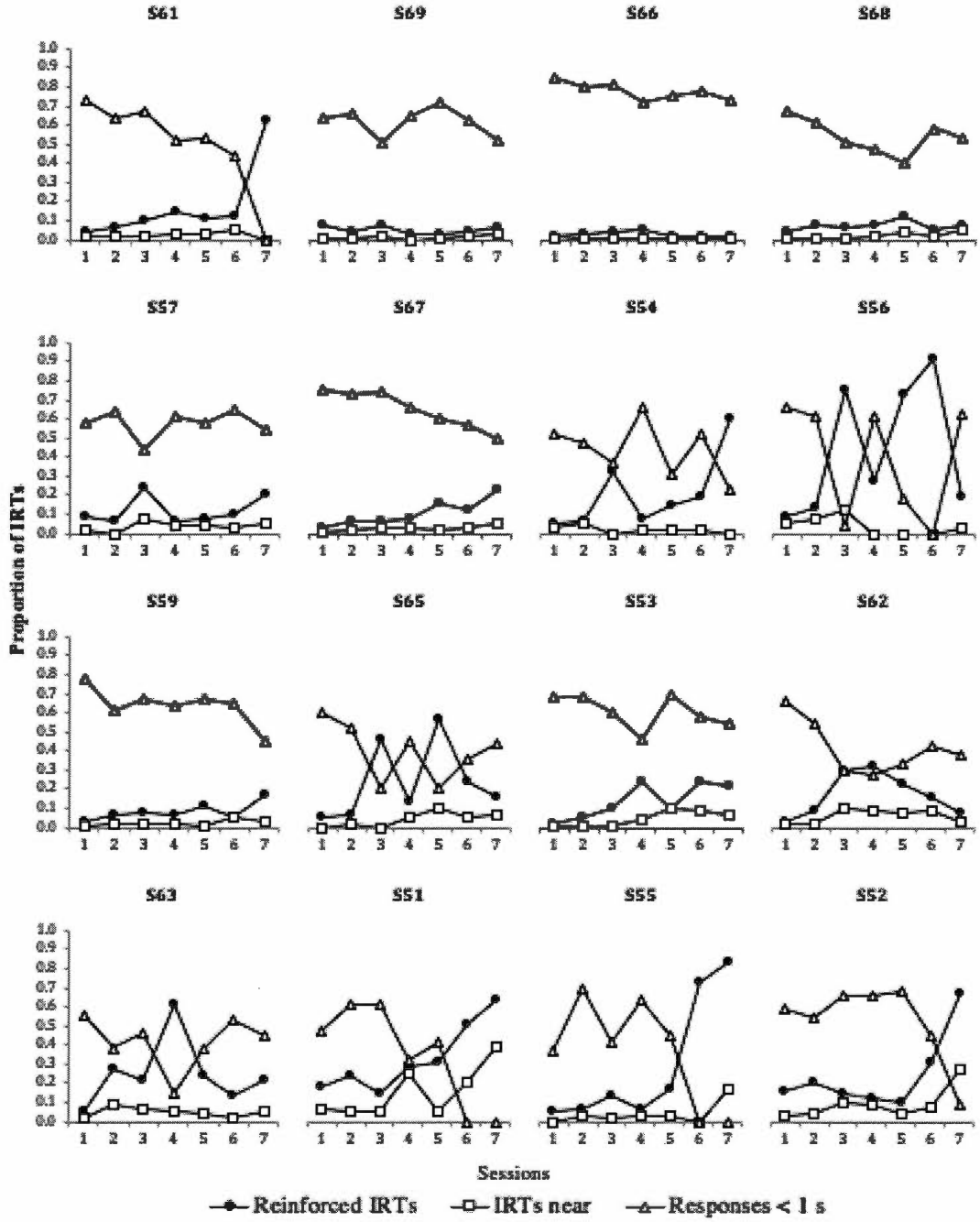


Figure 4. Proportion of reinforced IRTs, of IRTs between 18 and 24 seconds, and of responses < 1 s in DRL 20 s for all subjects presented in order of ascending intellectual quotient.

CHAPITRE IV

LA MESURE DES COMPORTEMENTS COLLATÉRAUX ÉMIS DANS LE CADRE D'UN PROGRAMME DE RENFORCEMENT À COMPOSANTE TEMPORELLE CHEZ L'ENFANT

RÉSUMÉ

La capacité à se repérer dans le temps est utile dans la vie quotidienne d'un individu, que ce soit pour planifier son agenda, estimer le temps de cuisson sans devoir rester à côté du four, ou pour accomplir les activités quotidiennes en un temps raisonnable. Plusieurs méthodes permettent de mesurer cette habileté. En analyse du comportement, les programmes de renforcement à composante temporelle représentent une procédure privilégiée. Lorsqu'ils sont exposés à des programmes de renforcement à composante temporelle, les animaux et les humains émettent des comportements collatéraux (Ferster & Skinner, 1957). Ceux-ci pourraient permettre aux sujets d'adapter leurs réponses au programme et ainsi, augmenter leur taux de renforcement (Falk, 1971; Pouthas, 1981). Cette étude vise à mesurer les comportements collatéraux émis par quatre enfants âgés de 2,8 à 5,8 ans soumis à un programme de renforcement différentiel des débits lents (DRL). Les comportements collatéraux sont quantifiés et comparés en fonction de la durée du programme DRL.

Mots clés : régulation temporelle, enfants, programmes de renforcement, comportements collatéraux, observation directe

Key words: temporal regulation, children, reinforcement schedules, collateral behaviors, direct observation

1. Introduction

1.1. Estimation temporelle et programmes de renforcement

La capacité à estimer le temps est utile dans la vie quotidienne d'un individu. Elle est nécessaire pour évaluer le délai d'attente et prendre des décisions adaptées, pour planifier des actions, pour arriver à l'heure aux rendez-vous par exemple. Plusieurs méthodes permettent de mesurer cette habileté. En analyse du comportement, les programmes de renforcement à composante temporelle représentent une procédure privilégiée. Les principaux programmes de renforcement utilisés pour apprécier la capacité à ajuster le comportement au délai sont les programmes à intervalle fixe (FI) et les programmes de renforcement différentiel des débits lents (DRL). Dans un programme FI, la première réponse suivant la fin du délai fixé par le programme est renforcée, alors que dans un programme DRL, une réponse n'est renforcée que lorsqu'elle suit la réponse précédente d'un intervalle de temps minimal fixé par le programme. Une réponse émise avant la fin de l'intervalle entraîne la remise à zéro du compteur (Ferster & Skinner, 1957). Une régulation temporelle est donc requise pour l'obtention d'un stimulus de renforcement (Richelle & Lejeune, 1980).
Le calcul des intervalles inter réponses (IRTs) permet d'évaluer la performance des sujets soumis à un programme DRL (Ferster & Skinner, 1957). Une amélioration de la performance se manifeste par l'augmentation de la proportion des IRTs proches de la valeur établie par le programme. Une seconde information utilisée pour évaluer la performance est la proportion d'IRTs renforcés. Lorsque cette proportion est inférieure à 30 %, la régulation temporelle est considérée comme peu précise (Clément, 1999). La moyenne, le mode, ainsi que la distribution générale des IRTs permettent également l'analyse de la performance dans le cadre des programmes DRL (Richelle & Lejeune, 1980; Staddon, 1965; Stein & Landis, 1978).

1.2. Le rôle des comportements collatéraux dans l'ajustement temporel

Les comportements collatéraux[11] ont été observés dans la plupart des programmes de renforcement à composante temporelle, et ce, depuis les années 50, tant chez l'animal que chez l'humain (Ferster & Skinner, 1957; Wilson & Keller, 1953). Ils ont été décrits pour la première fois par Skinner (1948) alors qu'il avait soumis des pigeons à un programme à intervalle fixe (FI). Ils sont définis comme étant des comportements non renforcés par le programme, mais qui apparaissent tout de même entre deux réponses opérantes (Ferster & Skinner, 1957). Il peut s'agir d'une suite de comportements hétérogènes et diversifiés représentant une chaine comportementale, mais il peut également s'agir d'une répétition du même comportement émis de façon stéréotypée (Blancheteau, 1969; Falk, 1961; Fraley, 2003). Ils semblent souvent n'avoir aucun lien avec la réponse opérante. Ils sont induits par le programme de renforcement et les stimuli disponibles permettant de les émettre (Blancheteau, 1969). Leur apparition au cours de l'intervalle dans le cadre d'un programme FI est illustrée à la Figure 1. Les comportements collatéraux apparaissent lorsque la probabilité de renforcement de la réponse est faible, et surtout dans la période post-renforcement. Chaque cycle créé une occasion d'émission des comportements collatéraux.

Les comportements collatéraux pourraient permettre un meilleur ajustement au programme de renforcement à composante temporelle (Falk, 1971; Fraley, 2003). Dans ce cas, la chaine comportementale, le nombre de répétitions du même comportement, ou alors l'effort fourni par l'organisme pourraient agir comme indicateur de durée. Dans l'hypothèse que l'effort fourni pourrait agir comme indicateur de durée, c'est la quantité d'énergie dépensée qui indiquerait au sujet le moment où il doit appuyer sur le dispositif de réponse. Lorsque le même

---

[11] En anglais les termes suivants sont utilisés : *collateral behaviors, adjunctive behaviors, mediating behaviors, schedule-induced behaviors, interim and terminal behaviors.*

comportement collatéral est répété, cela peut indiquer que le sujet peut percevoir le programme comme un programme à intervalle fixe (Blancheteau, 1969).

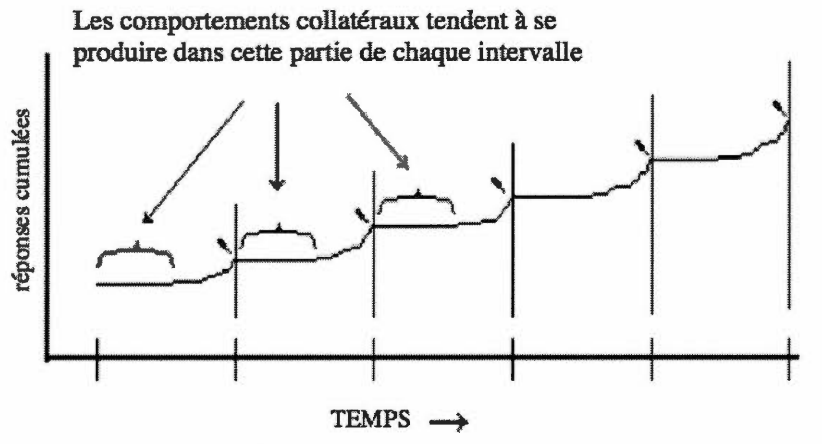


Figure 1. Apparition répétée des comportements collatéraux au cours des programmes à intervalle[12]

Bien que les comportements collatéraux ne soient pas renforcés directement, la séquence de comportements émis suivis de la réponse renforcée par le programme renforce non seulement la réponse, mais également la séquence de comportements préalablement émis (Fraley, 2003; Zeiler, 1973). Chez l'humain, certains pensent qu'ils doivent émettre des comportements collatéraux pour s'assurer d'obtenir le renforçateur. Dans ce cas, les comportements sont considérés comme superstitieux car les sujets leur attribuent une relation fonctionnelle erronée avec l'opérant (Fraley, 2003; Zeiler, 1973).

Fraley (2003) émet l'hypothèse que l'organisme ne serait pas sensible aux

[12] Figure adaptée de « A Behaviorological Analysis of Adjunctive Behavior » by L.E. Fraley, 2003, *Behaviorology Today, 6,* 15-29. Droits réservés [2003] par Behaviorology Today. Copiée et traduite avec permission.

programmes, mais plutôt aux stimuli présents dans l'environnement. Cela expliquerait peut-être l'apparition de comportements collatéraux dans les programmes de renforcement à composante temporelle. Les hypothèses selon lesquelles des « agents » internes et non observables pourraient permettre de développer des anticipations et de percevoir le passage du temps à l'aide d'une horloge interne mystique. Toutefois, une horloge naturelle pourrait aider les sujets à percevoir le temps. Par ailleurs, le temps est uniquement défini par le déroulement des événements, et un organisme émet constamment des comportements, qu'ils soient publics ou privés (Fraley, 2003). Toutefois, il est connu que les comportements non efficaces tendent à diminuer, voire à s'éteindre dans la mesure où ils ne sont pas liés à un stimulus de renforcement (Skinner, 1938).

1.3. Les comportements collatéraux chez animal

Chez le pigeon, les comportements collatéraux décrits sont des battements d'ailes, tourner sur soi-même, picorer à d'autres endroits que la clé de réponse (Skinner, 1948). Dans les études où une autre clé est disponible, le pigeon tend à picorer un certain nombre de fois sur ce disque avant de picorer la clé de réponse (Nevin & Berryman, 1963; Ray & McGill, 1964). Comme l'animal ne peut compter, l'hypothèse de l'effort fourni dans ce cas pourrait peut-être davantage expliquer l'ajustement temporel engendré par l'émission de ces comportements. Par ailleurs, il faut noter la régularité temporelle de ces comportements homogènes. Les animaux semblent disposer d'un « tempo » leur permettant d'émettre des comportements par cadences régulières (Blancheteau, 1969; Nevin & Berryman, 1963).

Chez le rongeur, Wilson et Keller (1953) ont observé que les rats développaient des chaînes de comportements ayant une durée suffisante pour espacer les réponses et obtenir le stimulus de renforcement dans un programme DRL. Les comportements

observés sont ceux de grimper, faire sa toilette, donner des petits coups ou fureter avec le museau. Bien qu'ils n'aient pas été notés de façon quantifiable, l'observation qualitative des comportements collatéraux permet de constater qu'ils se présentent différemment pour chaque sujet. D'autres comportements collatéraux ont été observés chez le rat tels que se mordiller la queue (Laties et al., 1965), lécher le plancher de la cage, mordiller un morceau de bois, faire la toilette de la queue (Laties, Weiss, & Weiss, 1969), mais également des comportements d'attaque, de pica, de lécher l'air, et de course dans une roue d'exercice (Falk 1981; 1984; 1986). Laties, Weiss et Weiss (1969) rapportent l'amélioration que ces conduites apportent dans l'ajustement temporel de cinq rats blancs en DRL18s et même DRL18s LH3s. Une importante diversité des comportements collatéraux est notée puisque chaque rat présente des comportements collatéraux différents. Ils rapportent aussi que si l'on empêche les sujets d'agir ainsi, le taux de renforcement diminue. Et si le renforçateur est supprimé, ces conduites disparaissent. Elles sont donc conditionnées, et renforcées accidentellement. Ces résultats corroborent ceux obtenus dans une précédente étude de ce groupe de chercheurs (Laties et al., 1965).

Falk (1961) a observé des comportements de polydipsie chez des rats soumis à un programme à intervalle variable. L'observation de ce comportement pourrait corroborer l'hypothèse du comportement induit par la présence de certains objets puisque le comportement de boire de façon excessive ne peut être induit par la condition dans laquelle l'animal est placé et n'est pas renforcé de façon automatique. En effet, le rat privé de nourriture a plutôt tendance à boire en quantité moindre qu'à l'habitude alors que dans l'étude de Falk, les sujets boivent 3.43 fois plus qu'en temps normal.

Une étude réalisée par Lejeune, Cornet, Ferreira et Wearden (1998) auprès de gerboises avec un programme de différentiation temporelle, impliquant d'émettre un

comportement pendant une durée fixée, montre que le nombre de comportements collatéraux tend à augmenter avec l'augmentation du délai fixé par le programme et que davantage de comportements collatéraux sont émis au cours des essais renforcés. Parmi les comportements qu'ils ont observés, sont notés le toilettage, les sauts, le fait de rester immobile, de poser le nez au sol, de se tenir sur les pattes arrière, de faire demi-tour, déféquer, et gratter avec les pattes de devant. Les auteurs relèvent toutefois que l'augmentation du nombre de comportements collatéraux n'est pas proportionnelle à la durée du délai fixé par le programme de différentiation temporelle.

Chez le macaque rhésus, des comportements de hocher la tête et de lécher de façon excessive ont été observés (Ross, Hodos, & Brady, 1962). Lorsque les expérimentateurs ont empêché les sujets d'émettre ces comportements collatéraux, par exemple en mettant un liquide aversif sur le collier que léchait l'un des sujets, la performance en DRL s'est détériorée. Une étude de Boren (1969), réalisée auprès de la même espèce de primates, montre que les sujets utilisent les réponses sur les clés collatérales, soit d'autres leviers ne donnant pas accès au renforçateur. Ils ont étudié les façons de diminuer ces appuis non renforcés sur les clés collatérales et parmi les moyens évalués, l'utilisation d'un stimulus corrélé avec l'absence de renforcement (S^{Δ}) est le plus efficace apportant une indication immédiate au sujet.

1.4. Comportements collatéraux chez l'humain

Chez l'adulte, le comportement collatéral le plus fréquemment rapporté est celui de compter (Laties & Weiss, 1962; Stein & Landis, 1973). De même que pour les animaux soumis à un programme DRL et dont on empêche l'émission des comportements collatéraux, les adultes qui sont empêchés de compter performent moins bien (Laties & Weiss, 1962).

Bruner et Revusky (1961) ont étudié les comportements collatéraux chez quatre adolescents soumis à un programme DRL. Ils ont mesuré l'apparition de comportements collatéraux par l'appui sur 3 clés collatérales, identiques à la clé de réponse, mais n'entrainant aucune conséquence lors de l'appui. Bien que la clé de réponse soit toujours la même, les quatre participants appuient sur les clés collatérales et aucun d'entre eux ne perçoit la contrainte temporelle du programme. Lors de l'entretien post-expérimental, tous les participants rapportent que les renforçateurs ne pouvaient être obtenus que par l'émission d'un patron de réponse impliquant au moins une clé collatérale permettant d'activer la clé de réponse et d'obtenir le renforçateur. Aucun d'entre eux ne mentionne que le programme de renforcement a une composante temporelle. Par ailleurs, d'autres comportements que Bruner et Revusky qualifient d'« impromptus » sont observés et deviennent une chaine comportementale fonctionnelle permettant l'ajustement au programme DRL. De façon similaire, Stein et Landis (1978) ont mesuré la régulation temporelle d'enfants âgés de 5 ans et de 7 ans avec et sans clés collatérales. Ils rapportent que les enfants de 5 ans ont obtenu moins de renforçateurs, étaient moins efficaces et moins précis dans leurs réponses lorsque soumis à un programme DRL. Toutefois, lorsqu'ils avaient accès aux clés collatérales, ces mêmes enfants ajustaient leurs réponses au programme de la même façon que les enfants de 7 ans.

Dans le cadre d'une étude utilisant un programme FI, Darcheville et collègues (1992) ont observé les comportements de chanter, compter, effectuer un parcours dans la pièce ou appuyer sur un bouton non fonctionnel chez les enfants présentant un débit de réponses lent. Ce type de comportements est également observé dans d'autres études réalisées auprès d'enfants (Pouthas, 1981; Pouthas & Jacquet, 1983).

L'ajustement temporel de 20 enfants tout-venant et 20 enfants avec hyperactivité âgés de 6 à 8 ans a été évaluée avec un DRL 6 s (Gordon, 1979). Gordon a utilisé une

consigne précisant la nécessité d'attendre pour émettre la réponse sans quoi l'attente sera plus longue. Le renforçateur choisi est alimentaire, le même pour tous. Une seule séance de 15 minutes a eu lieu. À la fin de la séance, il a été demandé aux participants s'ils avaient fait quelque chose pour faciliter l'attente. Certains comportements privés (p.ex., compter dans sa tête) sont rapportés en plus d'un ensemble de comportements collatéraux émis par des enfants tout-venant et des enfants présentant de l'hyperactivité (p.ex., faire le tour du dispositif de réponse neuf fois avant d'appuyer, balancer les jambes 10, 12 ou 20 fois, compter, chanter, courir autour de la table). Gordon note que 90 % du groupe d'enfants avec hyperactivité présentent des comportements collatéraux observables comparativement à 45 % chez les enfants tout-venant. Une corrélation négative est relevée entre les comportements collatéraux observables et la proportion d'IRTs renforcés, mais cela pourrait être dû à un effet de groupe. Il rapporte également que les participants qui émettent des comportements collatéraux de façon régulière présentent un meilleur ajustement temporel que ceux qui n'en émettent qu'à quelques essais.

Pouthas (1981) a mesuré l'ajustement temporel d'enfants âgés de 2 à 2,6 ans et de 4,6 ans avec un programme DRL. Les enfants âgés de 2 à 2,6 ans n'ont pas été capables d'ajuster leurs réponses. Une consigne informative leur a ensuite été donnée (« Écoute bien, pour bien jouer à faire apparaître les images, il faut appuyer pas beaucoup de fois sur le bouton. Quand l'image est partie, il faut attendre un petit peu avant d'appuyer sur le bouton »). Il a donc été décidé de façonner le comportement collatéral de poser les mains sur les genoux, mais cela n'a été efficace que pour un des neuf participants. Pour les enfants de 4,6 ans, la consigne informative est donnée à la moitié des participants. À l'autre moitié des participants, une consigne minimale est donnée (« Tu vas jouer à faire venir les images sur l'écran »). Pour sept enfants, les comportements collatéraux ont été observés de façon systématique. Quatre catégories de comportements sont sélectionnées : les verbalisations, les

comportements moteurs importants, les comportements moteurs fins et l'attente. Les enfants qui ont reçu la consigne informative émettent peu de comportements collatéraux observables ; ils attendent la plupart du temps. Chez ceux qui ont reçu la consigne minimale, une variété de comportements collatéraux est notée. Une proportion comparable de comportements verbaux, moteurs et d'attente est observée. Il apparaît donc que les comportements collatéraux sont nécessaires pour que les enfants n'ayant pas d'informations sur la composante temporelle du programme de renforcement espacent leurs réponses. Ces comportements ne sont toutefois pas décrits avec précision et la catégorisation choisie ne permet pas d'apprécier la variabilité de ceux-ci.

2. Objectifs

En analyse expérimentale du comportement, la précision dans la description des comportements est importante. Peu d'études se sont intéressées aux comportements collatéraux chez l'enfant, et lorsqu'elles le font, leur observation se restreint à certains comportements. L'analyse ne permet pas de connaître l'étendue des comportements pouvant être émis par les enfants dans le cadre d'un programme de renforcement à composante temporelle. Par ailleurs, aucune étude n'a encore exploré la nature de ces comportements en fonction de la durée du programme de renforcement. Cette étude exploratoire comporte ainsi deux objectifs : (1) observer par des analyses individuelles et graphiques les comportements collatéraux émis par des enfants soumis à un programme DRL, et (2) observer l'évolution pour chaque participant des comportements collatéraux en fonction de la durée du DRL.

3. Méthode

3.1. Participants

Quatre enfants tout-venant (S12, S13, S15, S17) âgés de 2,8 à 7 ans ont participé à cette étude. Ils étaient sujets dans une étude sur la régulation temporelle avec un programme DRL. Dans le cadre de cette dernière étude, une évaluation du fonctionnement cognitif et du langage réceptif, respectivement à l'aide du *Wechsler Intelligence Scale for pre-school and primary school period, 3rd Edition - WPPSI-III* (Wechsler, 2004) et du *Peabody Picture Vocabulary Test – PPVT* (Dunn & Dunn, 2002), a été réalisée. Le tableau 1 indique les caractéristiques des participants de cette étude.

Tableau 1.

Caractéristiques des participants

Identification			Évaluations			
Participant	Sexe	Age	QIT	QIV	QIP	EVIP
S12	M	5,8	117	103	113	111
S13	F	7	104	107	90	99
S15	F	5,3	126	127	117	134
S17	F	2,8	109	109	106	98

Note. QIT = QI total, QIV = QI verbal, QIP = QI performance, EVIP = échelle de vocabulaire en images de Peabody

Les enfants n'avaient jamais été soumis à un programme de renforcement à

composante temporelle avant de participer à cette étude. Les séances expérimentales ont eu lieu à leur domicile, dans une pièce calme. Les participants pouvaient émettre tous les comportements collatéraux qu'ils souhaitaient.

3.2. Matériel

La réponse opérante dans le cadre du programme DRL est l'appui sur le carré jaune d'un écran tactile (TTX-15" XGA ACL). Le stimulus est stationnaire et mesure 12 cm. Il apparaît au centre de l'écran sur un fond gris, et seule la zone occupée par le stimulus génère l'enregistrement des réponses. L'expérimentation a été conçue avec le programme E-prime 2.0 (Schneider et al., 2002) qui permet le recueil des données et l'octroi des stimuli de renforcement. Les renforçateurs sont des séquences de 20 secondes de dessins animés. Ils sont choisis au début de chaque séance par les participants. Ces derniers peuvent sélectionner un ou plusieurs dessins animés à l'aide de la banque d'images qui leur est présentée représentant les 16 choix possibles. Les séquences pour chaque choix de dessins animés sont variées.

Les séances expérimentales sont filmées afin de pouvoir noter l'apparition des comportements collatéraux. Une notation globale similaire à celle mentionnée par Pouthas (1981) a été utilisée mesurant quatre types de comportements : moteurs globaux, moteurs fins, vocaux et inactivité (Tableau 2). Une notation plus précise a été créée afin de cibler les comportements spécifiques pouvant être liés à la régulation temporelle chez l'enfant : stéréotypies vocales et écholalie/palilalie, comportement verbal « rythmique », verbalisations sur le renforçateur et la tâche, intraverbal, mand, tact, comportements vocaux étrangers, stéréotypies motrices et autostimulation sensorielle, appui sur une « clé collatérale », comportement moteur avec déplacement, autres comportements moteurs, inactivité, absence de la pièce. Cette classification des comportements collatéraux a fait l'objet d'une validation par deux

experts ayant publié dans le domaine et a été soumise à une pré-expérimentation. La description de ces comportements est présentée dans le Tableau 3. La notation des comportements est réalisée de façon continue, par intervalles de cinq secondes. Les comportements sont notés 0 ou 1 selon leur apparition au cours de l'intervalle. Le guide d'observation des comportements collatéraux est présenté à l'Annexe 2.

Tableau 2.

Classification globale des comportements collatéraux

Comportement	Sigle	Description
Comportement vocal	V	Tous les comportements vocaux et verbaux sont notés dans cette catégorie.
Comportement moteur global	GM	Sont définis comme comportements moteurs globaux, les comportements impliquant l'activité d'un groupe de muscles. Les comportements incluant presque exclusivement l'utilisation des mains ne sont pas compilés ici. Les comportements notés Md dans la catégorisation spécifique sont obligatoirement notés ici dans la catégorisation globale.
Comportement moteur fin	FM	Sont définis comme comportements moteurs fins, les comportements impliquant l'activité d'un muscle ou d'un petit groupe de muscles ou impliquant l'usage des mains seulement (p.ex., faire des mouvements des doigts, tapoter sur la table). Les comportements spécifiques notés Ck sont obligatoirement répertoriés ici pour la catégorisation globale des comportements collatéraux.
Inactivité	I	Lorsqu'aucun comportement observable n'est remarqué au cours des 5 secondes d'observation, cette notation doit être indiquée. Il est à noter que les comportements notés Ab dans la classification détaillée ne sont pas comptabilisés dans la classification globale.

Tableau 3.

Classification détaillée des comportements collatéraux (Gaucher, 2013)

Comportement	Sigle	Description
Stéréotypies vocales et écholalie/palilalie	Sv	Les stéréotypies vocales sont des comportements vocaux répétitifs, a priori invariants et non fonctionnels. Les sons avec oscillations qui se répètent, les intonations stéréotypées, les rires non fonctionnels sont catégorisés comme stéréotypies vocales. L'écholalie est définie comme étant une répétition des productions verbales émises par une autre personne. La répétition d'une partie de séquence de dessins animés constitue de l'écholalie. L'écholalie peut être immédiate ou différée. La palilalie est définie comme étant une répétition des productions verbales de l'individu, comme une sorte de persévération impliquant les vocalisations. Elle est habituellement observée avec une intonation particulière, un ton de voix plus aigu, une accélération dans le rythme ou une diminution du volume.
Comportement verbal « rythmique »	VR	Compter et chanter sont des comportements verbaux souvent notés dans les études sur l'ajustement temporel chez l'enfant (Darcheville et al., 1992; Pouthas, 1981; Pouthas & Jacquet, 1983). Ils peuvent avoir une influence sur le contrôle temporel et sont notés ici.
Verbalisations sur le renforçateur et la tâche	R+t	Sont notés dans cette catégorie tous les comportements verbaux portant sur une précédente séquence de dessins animés ne constituant pas de l'écholalie, et les verbalisations sur une future séquence si l'enfant connaît déjà la suite de l'épisode ou du film. Les demandes portant sur les séquences de dessins animés sont aussi notées ici. Lorsque le participant fait une remarque sur ce qu'il doit faire pour obtenir le renforçateur, lorsqu'il discute des difficultés qu'il rencontre avec l'ordinateur ou le carré jaune et lorsqu'il mentionne ce qu'il croit qu'il doit faire (même si cela n'est pas en lien avec la

		composante temporelle ou même l'appui sur l'écran) pour réussir à faire démarrer la séquence de dessins animés, le comportement verbal est noté dans cette catégorie. Les autorègles, qui sont des règles que la personne se donne, ou s'impose à partir des contingences de renforcement en vigueur (p.ex., « je dois d'abord aller toucher le tableau, puis revenir appuyer sur l'écran », ou « je dois attendre parce que le film n'est pas prêt ») sont notés ici.
Intraverbal	Iv	Comportement verbal qui implique une généralisation du stimulus ou de la réponse. La conversation fait partie de cette catégorie. Il peut s'agir de règles verbales sur la conduite à adopter dans l'environnement d'expérimentation (p.ex., « je dois rester assis », « c'est important de parler doucement pour ne pas déranger ») sauf si elles sont répétées textuellement (auquel cas cela sera noté SV), de discussions sur les activités appréciées, sur les amis, par exemple. La réponse à une question est généralement considérée comme un intraverbal.
Mand	Ma	Comportement verbal qui consiste à faire des demandes, des directives, des ordres et des questions. Les demandes ou les requêtes entrent donc dans cette catégorie (p.ex., « toilette », « est-ce que je peux avoir un bonbon? »), sauf lorsqu'ils portent sur la tâche ou le renforçateur, ils sont alors cotés R+t. Les mands peuvent également être des comportements non vocaux (p.ex., en pointant, en prenant la main pour diriger l'adulte vers l'objet).
Tact	Ta	Comportement verbal qui désigne la dénomination de mots lors de la présentation d'un stimulus discriminatif naturel dans le sens où il est un élément concret comme un objet, une image, un son. Il peut s'agir de la dénomination d'objets à la vue du participant (p.ex., « ordinateur », « oiseau »), ou d'activités ou événements observés (p.ex., « ils courent », « sauter », « Amélie crie », « Rachid fait une colère »).

Comportements vocaux étrangers	Av	Cette catégorie inclut tous les comportements vocaux et verbaux exclus des autres catégories présentées ci-dessus. Sont inclus par exemple, les cris, les sons ne correspondant pas à des stéréotypies vocales, les onomatopées, la toux, les pleurs, les verbalisations inintelligibles.
Stéréotypies motrices et autostimulation sensorielle	Sm	Les stéréotypies motrices sont des patrons moteurs répétitifs et non fonctionnels. Il peut s'agir de comportements moteurs fins ou globaux, et impliquant la manipulation d'objets ou du corps. Sont généralement considérés comme stéréotypies motrices les battements des mains, les balancements du haut du corps, les mouvements rapides des doigts, certains mouvements faciaux stéréotypés, la contraction des muscles du visage, le regard du coin extrême des yeux, le roulement des yeux, bouger la tête d'un côté et de l'autre, balancer la tête d'avant en arrière, bouger rapidement les doigts devant les yeux, se tenir dans une position contorsionnée, marcher sur la pointe des pieds, mettre les mains sur les oreilles en émettant des sons (noter ici Sv et Sm), faire tourner des objets dont la fonction n'est pas habituellement celle-ci (p.ex., crayon, cube, cuillère), faire tomber des objets de façon répétitive, agiter un objet devant les yeux (p.ex., ficelle, pages d'un livre), mettre des objets ou vêtements ou des parties du corps dans la bouche. L'échopraxie, une action motrice mimique, soit de l'expérimentateur ou d'un personnage du dessin animé précédemment obtenu, est également notée Sm.
Appui sur une « clé collatérale »	Ck	Sont définis comme « clé collatérale » les touches au bas de l'écran tactile puisqu'elles n'ont pas de conséquence sur le programme. Lorsque l'enfant éteint, allume l'écran, augmente ou diminue le volume, ou modifie la luminosité de l'écran en appuyant sur ces touches, le comportement est noté Ck.

Comportement moteur avec déplacement	Md	Cette catégorie inclut les comportements impliquant des déplacements dans la pièce, donc obligatoirement de la motricité globale. Les comportements notés MD ne doivent correspondre à aucune autre catégorie car elle est plus globale (p.ex., si un enfant marche sur la pointe des pieds, le comportement est noté SM, même s'il y a déplacement).
Autres comportements moteurs	Am	Sont notés ici tous les comportements moteurs non inclus dans les précédentes catégories : comportements moteurs fins, comportements dirigés vers soi, changements posturaux, manipulation du matériel expérimental (câbles, écran, ordinateur, caméra). Les appuis sur les touches au bas de l'écran tactile sont notés Ck.
Inactivité	I	Lorsqu'aucun comportement observable n'est remarqué au cours des 5 secondes d'observation, cette notation doit être indiquée.
Absence de la pièce	Ab	Il peut arriver que l'enfant sorte de la pièce où a lieu l'expérimentation. Les comportements ne peuvent alors pas être observés. Cette notation doit alors être indiquée.

3.3. Procédure

Les séances sont d'une durée d'environ 20 minutes chacune. L'observation est réalisée sur les quatre dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s par des assistants de recherche. Ces derniers ont reçu une formation théorique et pratique à l'utilisation de la grille. L'accord inter-juges (AIJ) est calculé sur 20.31 % des séances. Il est obtenu en calculant le pourcentage d'accord (accords / (accords + désaccords) x 100). L'AIJ est plus élevé avec la classification globale qu'avec la classification détaillée. Pour la classification globale, l'accord moyen est de 94,65 % (82,84 % - 98,97 %), et il est de 86,69 % (74,13 % - 99,94 %) pour la classification détaillée. Pour toutes les

séances, l'AIJ est supérieur à 70 % et est donc acceptable (Durand et Blais, 2003). Pour la cotation des deux classifications, l'AIJ est considéré comme étant très bon ou excellent pour 84,61% des séances pour la classification globale et 76, 29 % des séances pour la classification détaillée.

4. Résultats

4.1. Analyse globale des types de comportements collatéraux

L'analyse globale des résultats indique d'importantes différences individuelles dans le type de comportements collatéraux émis par les participants. Ces comportements varient grandement d'un individu à l'autre, rendant ainsi les analyses de groupe sur le type de comportement lié à la performance en DRL obsolètes. Cela est d'ailleurs rapporté dans de nombreuses études tant auprès d'animaux (Lejeune et al., 1998) que d'humains (Pouthas, 1981). Les résultats seront donc présentés indépendamment pour chaque participant. La figure 2 illustre le nombre de comportements vocaux, moteurs globaux, moteurs fins et d'inactivité par minute pour chaque séance en DRL 5 s et en DRL 20 s. Elle permet de constater que le type de comportements présentés restent plutôt stables dans les deux conditions pour un même participant. Pour tous les participants, très peu de comportements d'inactivité sont observés, et ce, dans les deux conditions. S12 émet peu de comportements vocaux et présente davantage de comportements moteurs. Pour S13, les comportements moteurs fins restent les plus fréquents dans les deux conditions, suivis des comportements moteurs globaux. Peu de comportements vocaux sont observés pour cette participante et il y en a un peu moins en DRL 20 s. Les comportements vocaux et moteurs fins sont en augmentation en DRL 20 s pour S15. Il présente une quantité importante de comportements moteurs globaux élevée dans les deux conditions. S17 reste globalement stable sur le plan des types de comportements collatéraux émis en DRL 5 s et en DRL 20 s.

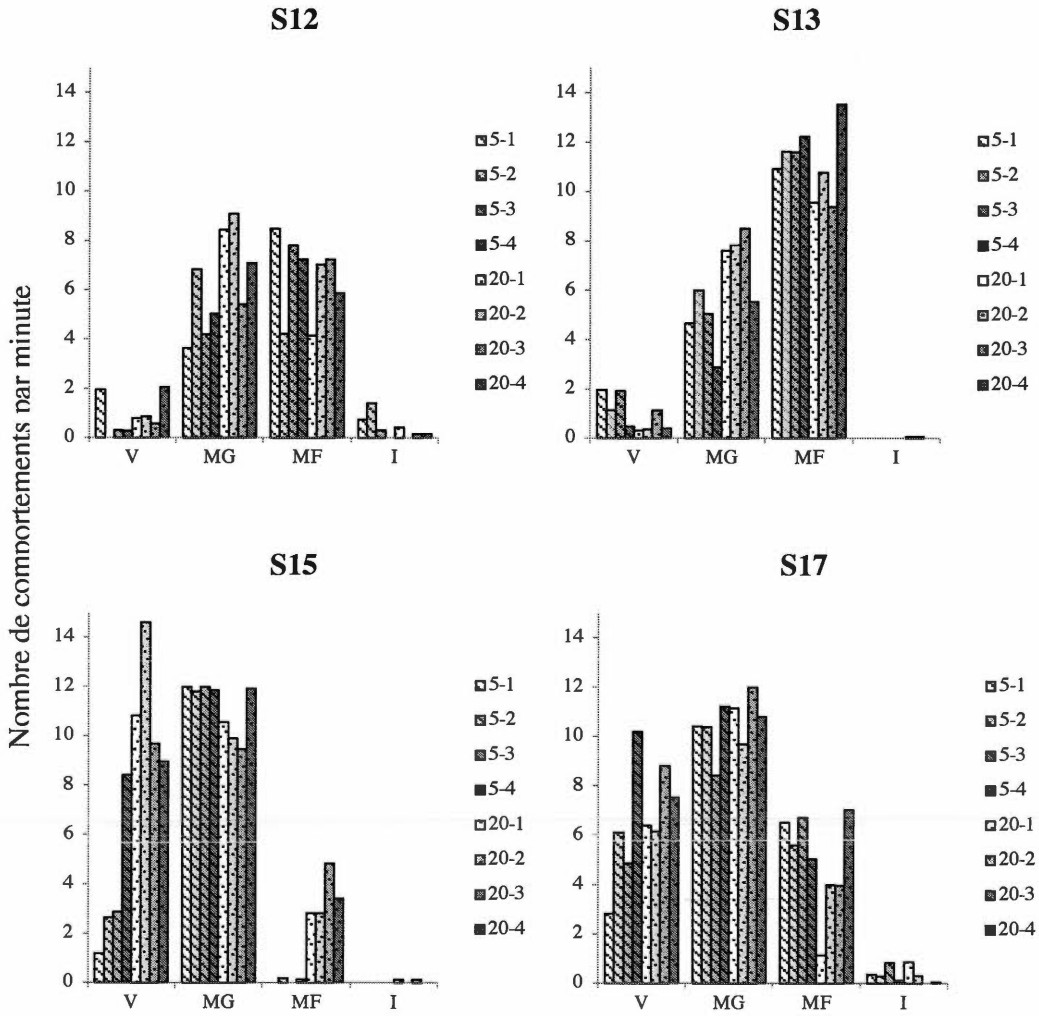


Figure 2. Nombre de comportements vocaux, moteurs globaux, moteurs fins et d'inactivité par minute au cours de chaque séance en DRL 5 s et en DRL 20 s.

4.2. Analyse individuelle de la performance en DRL et des comportements collatéraux

4.2.1. Présentation des résultats pour S12

La Figure 3 montre la performance de S12 au cours des quatre dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s. Celle-ci permet de constater que cette performance est très faible au cours de la première séance de DRL 5 s, mais s'améliore nettement par la suite. L'ajustement temporel est précis au cours des deux dernières séances avec plus de 83 % de réponses renforcées, plus de 60 % des réponses se situant près de la valeur cible (entre 4 s et 7 s) et moins de 3 % de réponses émises après moins de 1 s. Il est alors pertinent de se questionner sur la topographie et la fréquence des comportements collatéraux émis au cours de ces séances. En DRL 20 s, la performance est bonne pour toutes les séances avec plus de 60 % des réponses renforcées et aucune réponse < 1 s. Une précision dans l'ajustement temporel est davantage observée au cours des séances 20-1, 20-3 et 20-4 avec plus de 25 % des réponses près de la valeur cible (entre 18 s et 24 s). La figure 2 montre que le sujet émet une proportion plus importante de comportements vocaux au cours de la première séance, et une proportion plus élevée de comportements moteurs fins que de comportements moteurs globaux pour toutes les séances sauf la deuxième. Il ne semble donc pas y avoir de relation entre le type de comportement émis et la performance en DRL pour ce sujet. Quant au nombre de comportements collatéraux par minute, présenté à la Figure 4, il est difficile de tirer des conclusions au sujet de leur lien avec la performance en DRL. En effet, S12 présente un peu plus de comportements collatéraux au cours des deux séances où il est le moins précis en termes d'ajustement temporel, mais la différence n'est pas marquée. En DRL 5 s, la moyenne est de 11,56 comportements par minute (ET = 1,37) et en DRL 20 s, elle est de 14,58 comportements par minute (ET = 1,74). Il en émet globalement un peu plus

en DRL 20 s qu'en DRL 5 s

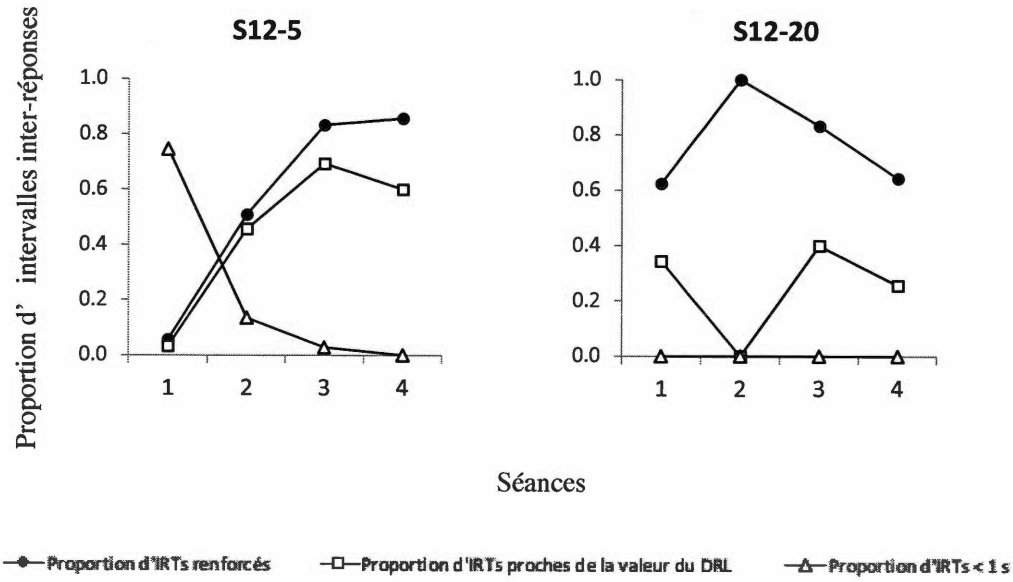


Figure 3. Performance en DRL 5 s et en DRL 20 s illustrée par la proportion d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible et d'IRTs sous 1 s pour S12.

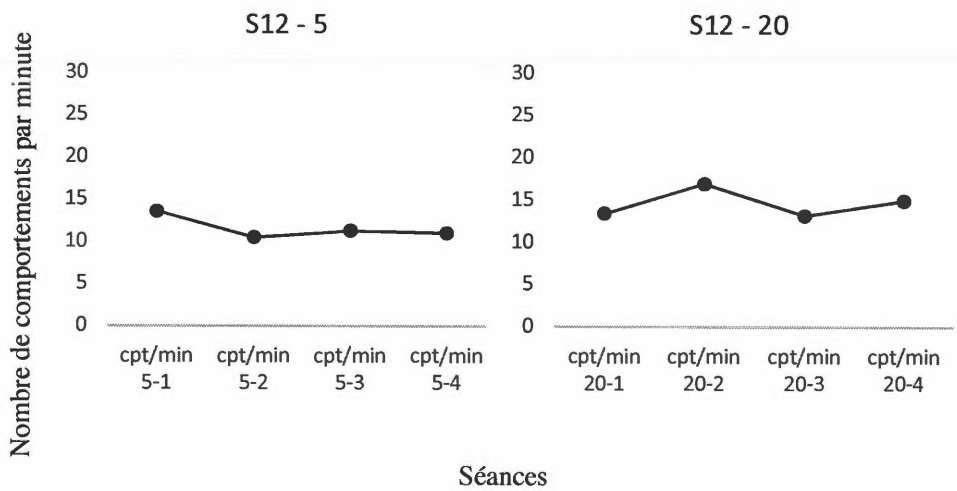


Figure 4. Nombre de comportements collatéraux par minute émis au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S12.

À la lumière de ces résultats, il semble pertinent de décrire plus précisément les comportements émis par S12 au cours de chaque séance afin de vérifier si des liens peuvent être montrés avec l'ajustement temporel (Tableau 4). Ces résultats permettent de constater que l'émission de comportements renforçants en soi entraîne une perte d'intérêt envers la tâche et donc moins de précision dans les réponses en DRL. Cela est observé au cours des séances 5-1 et 20-2. Les comportements d'occuper ses mains et de les éloigner de l'écran sont davantage présents lors des séances où l'ajustement temporel est précis (5-2, 5-3, 5-4, 20-1, 20-3 et 20-4).

Tableau 4.

Description des comportements collatéraux au cours des 4 dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S12, 5,8 ans.

Séance	Description des comportements collatéraux observés
5-1	Au départ, il joue à déplacer le curseur à l'écran avec son doigt, puis s'en désintéresse lorsqu'il voit qu'il n'arrive pas à faire venir les dessins animés. Il porte ensuite intérêt aux objets de son environnement immédiat et les manipule. Il prend notamment une petite voiture, qu'il démonte, avec laquelle il joue. Au cours de cette séance, il ne regarde pas les dessins animés lorsqu'il les obtient. L'activité collatérale semble plus renforçante que le dessin animé choisi.
5-2	Le participant passe quelques intervalles à attendre (aucun autre comportement observable). Il bouge ensuite parfois les jambes, la bouche, les mains, gonfle les joues et se balance sur la chaise. Il pose également son visage sur sa main, se touche le visage, joue avec ses doigts, se touche la cheville, fait des cercles avec son doigt avant d'appuyer sur l'écran. Ce dernier comportement a surtout lieu à la suite d'une réponse non renforcée. Des comportements d'inhibition sont observés : il éloigne son doigt de l'écran.
5-3	Il fait des mouvements avec sa mâchoire, pose ses mains sur son visage, dans son cou, sur sa nuque. Il présente à cette séance plusieurs comportements d'inhibition : éloigner son doigt de l'écran, puis occuper ses mains à autre chose, ou approcher lentement son doigt de l'écran.

5-4	Il fait des mouvements avec sa mâchoire, pose ses mains sur sa nuque et se touche la cheville. Les comportements d'inhibition suivants sont observés : éloigner son doigt de l'écran, puis occuper ses mains à autre chose, approcher lentement son doigt de l'écran, se tenir les mains, puis les ouvrir et les fermer.
20-1	Il tourne son corps de côté sur la chaise, se détourne de l'écran et observe les affiches au mur. Il met les mains sur son visage, derrière sa nuque, sur sa tête et manipule ses lunettes. Le participant met ses mains derrière les barreaux de sa chaise (comportement d'auto-contention ?) après une réponse non renforcée ou après l'obtention du renforçateur. Il fait parfois des mouvements des doigts ou recule sa main avant d'appuyer.
20-2	Au cours de cette séance, le participant est plus souvent à distance du dispositif de réponse. Il se lève et joue avec une balle, d'abord avec ses mains, puis avec ses pieds. Il manipule également d'autres objets, en étant à distance de l'écran. Il envoie parfois la balle près de l'écran, puis appuie.
20-3	Le participant touche les câbles de l'écran, puis regarde le plafond et regarde les affiches au mur. Il touche son visage, met son pull sur son visage, touche ses oreilles, et gonfle ses joues. Il mange des bonbons. Il inhibe ses réponses : recule ses mains, les met derrière sa nuque, touche son visage et fait des figures avec ses doigts.
20-4	Il fait des mouvements avec sa bouche, bouge sa mâchoire, puis fait des bruits de bouche. Il mange des bonbons et manipule leur contenant. Il manipule une trousse, l'ouvre et la ferme. Il se tourne sur sa chaise, bouge ses pieds. Il touche les câbles de l'écran. Il regarde la couverture d'un boitier, le manipule, le met près de sa bouche, en parle (pendant le dessin animé aussi). Il inhibe ses réponses : fait des mouvements de doigts avant d'appuyer, recule ses mains et les met derrière sa tête. Il dit « j'en ai marre quand ça vient pas », et « j'aime pas ça moi ». Il décide tout de même de poursuivre la séance lorsqu'il lui est demandé s'il souhaite arrêter.

La Figure 5 illustre les comportements collatéraux émis au cours de chaque séance de DRL 5 s et de DRL 20 s. Elle permet de constater que la plupart des comportements sont classés sous la catégorie des « autres comportements moteurs » et qu'il y en a au

moins 10/min à toutes les séances. La plus grande partie des comportements vocaux sont classés « autres comportements vocaux » et sont davantage présents en DRL 20 s.

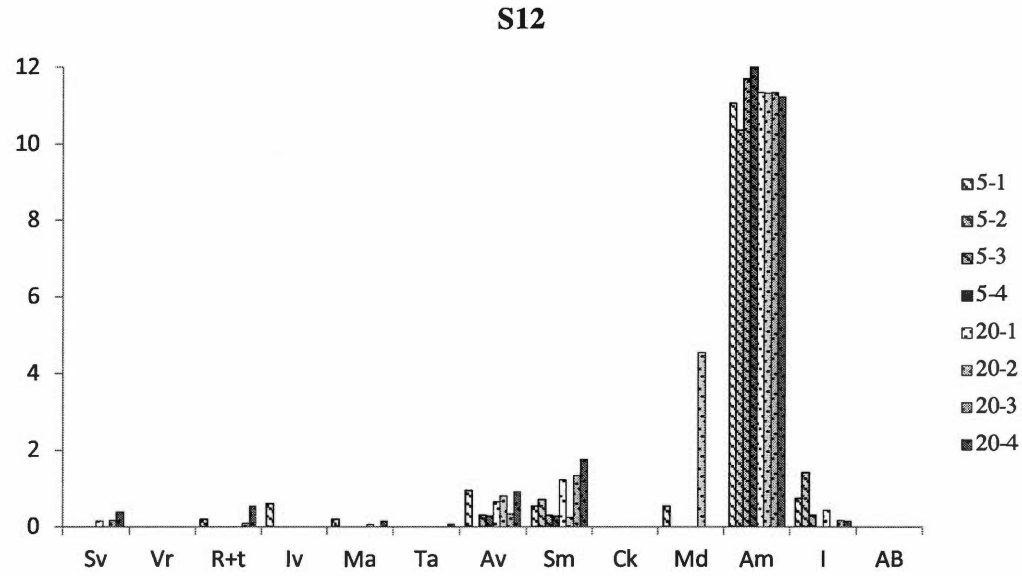


Figure 5. Type de comportements vocaux, moteurs et autres observés au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S12.

4.2.2. Présentation des résultats pour S13

La performance de cette participante en DRL 5 s est instable. Elle présente une proportion de réponses renforcées variant de 29,4 % à 68,2 %, et un taux de réponses < 1 s se situant entre 13,6 % et 48 %. La progression n'est pas continue. Sa meilleure séance en DRL 5 s est la dernière car plus de 50% de ses réponses sont renforcées et 57 % des IRTs se situent entre 4 et 7 s. En DRL 20 s, sa performance est pauvre et relativement stable. Un taux important de réponses < 1 s est observé à toutes les séances et il n'y a jamais plus de 3,8 % de ses réponses qui sont renforcées (Figure 6).

Quant au nombre de comportements collatéraux émis par minute, il est plus faible à la première et à la dernière séance de DRL 5 s. Il reste constant pour toutes les autres séances (Figure 7). La moyenne en DRL 5 s est de 17 comportements par minute (*ET* = 2,23) et elle est de 18,8 en DRL 20 s (*ET* = 0,66).

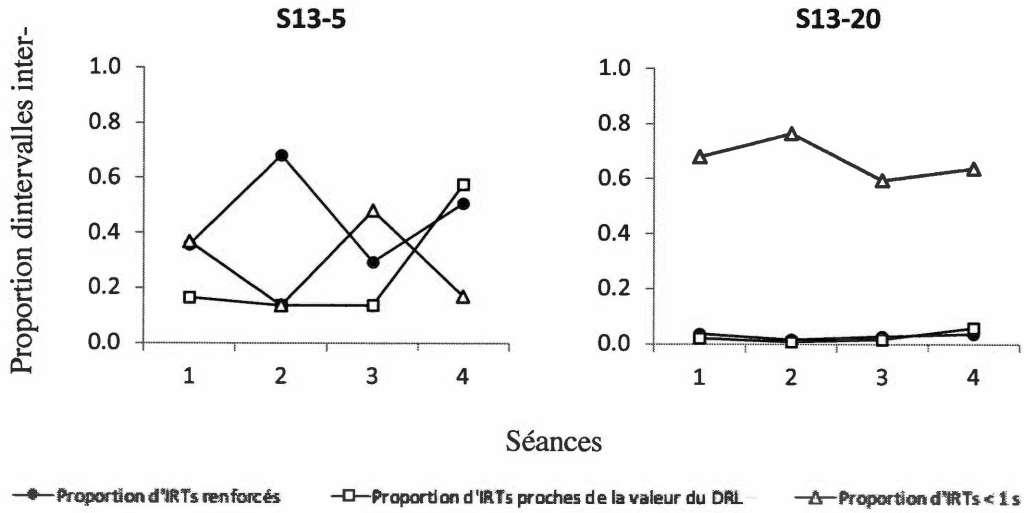


Figure 6. Performance en DRL 5 s et en DRL 20 s illustrée par la proportion d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible et d'IRTs sous 1 s pour S13.

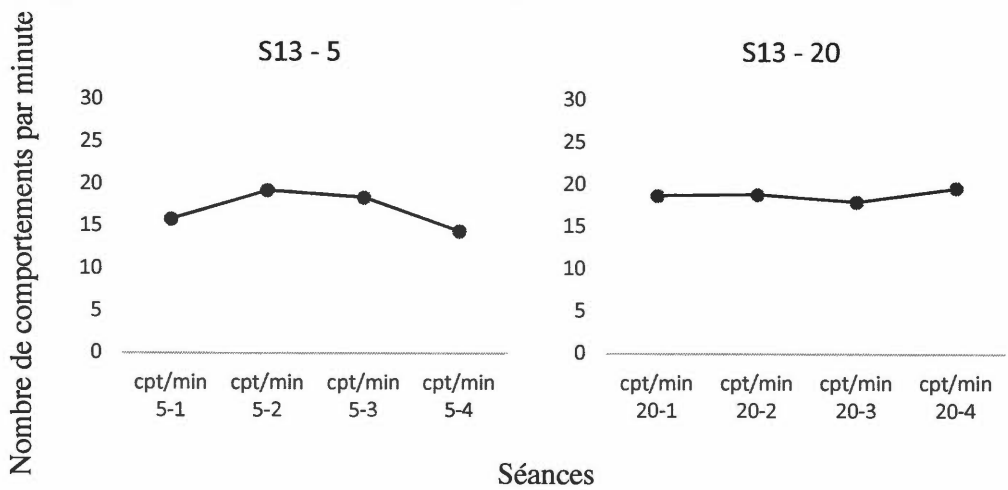


Figure 7. Nombre de comportements collatéraux par minute émis au cours des

séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S13.

La description des comportements collatéraux de S13 est présentée au Tableau 5. Les résultats montrent que cette participante persévère dans le type de comportements émis malgré le manque d'efficacité de sa stratégie.

Tableau 5.

Description des comportements collatéraux au cours des 4 dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S13, 7 ans.

Séance	Description des comportements collatéraux observés
5-1	La participante émet le même comportement collatéral presque tout le long de la séance. Elle fait glisser son doigt sur le contour de l'écran tactile quelques fois avant d'appuyer sur le carré jaune. Elle ne fait parfois que deux tours de l'écran avec son doigt, et d'autres fois elle en fait sept. Elle émet ce comportement plus ou moins lentement, et change le sens de son mouvement à quelques reprises. Lors de quelques essais, plutôt que de faire le tour de l'écran, elle touche successivement les quatre coins de l'écran avant d'émettre la réponse.
5-2	Elle émet les mêmes comportements collatéraux que ceux observés au cours de la séance précédente, soit tracer le contour de l'écran avec son doigt ou toucher les quatre coins avant de répondre. Elle parle quelques fois des dessins animés regardés.
5-3	Elle émet les mêmes comportements collatéraux que ceux observés au cours des séances précédentes (tracés du doigt, toucher les coins, verbalisations sur le renforçateur). A quelques reprises, elle trace plutôt le contour du carré jaune avant d'appuyer au centre, mais le programme enregistre alors plusieurs bouffées de réponses et elle n'obtient jamais de renforçateur après avoir fait ce comportement. Il est rapidement abandonné. La participante s'éloigne pour aller chercher un mouchoir, et bien qu'un délai considérable se soit écoulé depuis la dernière réponse, elle passe son doigt sur le contour de l'écran comme lors des autres essais. Il n'y a donc pas de compréhension de la notion temporelle associée au programme de renforcement à ce moment de l'étude. Elle modifie parfois le trajet réalisé autour de l'écran et touche quelques fois les coins supérieurs de l'écran, puis les coins inférieurs successivement et répète

cela à quelques reprises avant d'appuyer.

5-4 La participante émet le même répertoire de comportements collatéraux que celui observé lors des séances précédentes. Elle modifie parfois légèrement les trajectoires faites avec ses doigts autour ou sur l'écran avant d'appuyer (p.ex., appuie sur les coins opposés simultanément ou alterne sur les 4 coins un à la fois dans le sens horaire ou antihoraire), ou change de doigt pour réaliser la séquence.

20-1 Au cours de cette séance, la participante émet toujours le même répertoire de comportements collatéraux que ceux émis dans les séances de DRL 5 s. Elle touche aussi parfois des points opposés de l'écran simultanément ou successivement. Il arrive aussi quelques fois qu'elle trace le tour du carré jaune sur l'écran avec son index, en touche les coins, ou dessine des formes sur le carré avec son doigt. Plusieurs réponses consécutives et rapprochées sont alors enregistrées. Elle fait parfois la même séquence plus lentement ou plus longtemps ce qui lui permet d'espacer suffisamment ses réponses.

20-2 Le même répertoire de comportements collatéraux est observé. Parfois, elle croise ses bras pour appuyer sur les coins de l'écran avec la main opposée. Elle touche le carré jaune avec le dos de la main, en fait le tour avec son doigt, ou touche les coins. Elle le recouvre parfois avec ses mains ou le frotte, des bouffées de réponses sont alors enregistrées. En faisant la séquence autour de l'écran, elle appuie accidentellement quelques fois sur les touches au bas de l'écran. Elle croise parfois les doigts avant d'appuyer ou fait quelques mouvements précis avec ses doigts ou ses mains avant d'émettre la réponse. Il lui arrive de se frotter les yeux, de mettre les mains dans son visage et de montrer des signes de fatigue (baille, demande l'heure, soupire lorsque sa réponse n'est pas renforcée). Lors d'un essai, elle se lève pour aller chercher un verre d'eau. Lorsqu'elle a terminé, elle appuie sur les coins de l'écran avant de répondre. Elle montre qu'elle n'a pas compris qu'il s'agit d'un programme de renforcement à composante temporelle.

20-3 Au cours de cette séance, la participante émet le même répertoire de comportements collatéraux : fait un trajet autour de l'écran, touche des points opposés ou les coins de l'écran, appuie accidentellement sur les touches au bas de l'écran avant de répondre. Elle croise quelques fois ses mains avant d'appuyer. Elle regarde souvent en l'air pendant qu'elle émet ces comportements, les réponses sont donc souvent émises par inadvertance lorsqu'elle fait un parcours avec son doigt sur l'écran. Elle tapote sur le carré jaune avec tous ses doigts, le recouvre avec ses mains,

	le touche avec son front ou son nez.
20-4	La participante émet les mêmes comportements collatéraux que ceux émis lors des séances précédentes.

La Figure 8 illustre les comportements collatéraux émis au cours de chaque séance de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S13. La constance dans les comportements émis, décrite au Tableau 5, est observable sur cette figure. La plus grande partie des comportements sont classés « stéréotypies motrices » car ce sont des comportements répétitifs et en apparence non fonctionnels. Comme en DRL 20 s, la participante appuie parfois sur les touches au bas de l'écran, on note quelques comportements classés sous « clé collatérale ». Une quantité importante d'« autres comportements moteurs » est également observée.

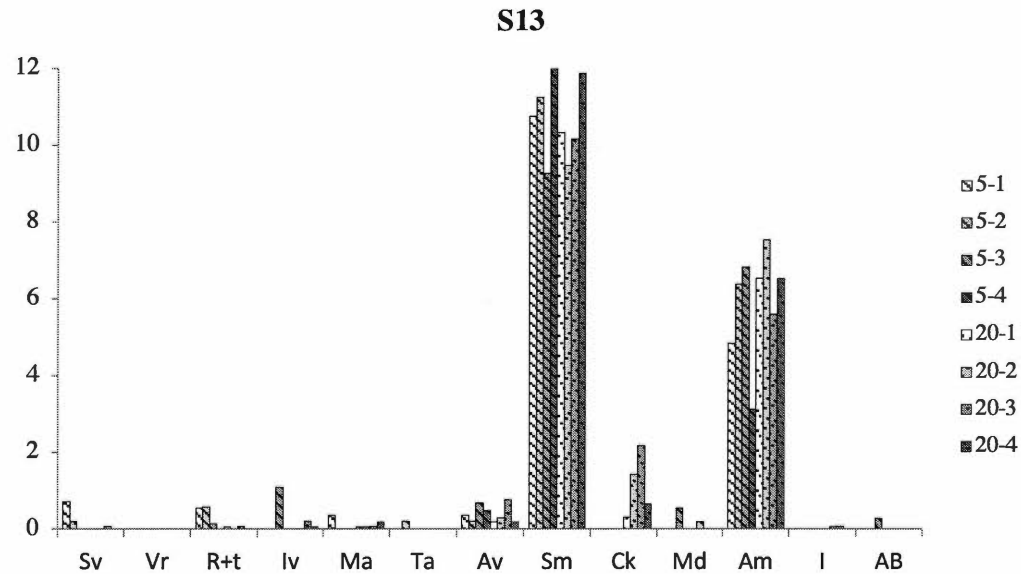


Figure 8. Type de comportements vocaux, moteurs et autres observés au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S13.

4.2.3. Présentation des résultats pour S15

Pour S15, la performance est globalement bonne en DRL 5 s (Figure 9). Une proportion faible de réponses < 1 s est enregistrée, le taux de renforcement est supérieur à 28,8 % pour toutes les séances et la proportion de réponses près de valeur cible est égale ou supérieure au taux de renforcement. La meilleure performance est relevée à la séance 5-2. En DRL 20 s, la performance est faible à la première séance et tend à s'améliorer avec l'exposition au programme. La Figure 10 illustre le nombre de comportements collatéraux émis par minute. Il y a un nombre plus important de comportements en DRL 20 s (M = 24,61 ; ET = 1,26) qu'en DRL 5 s (M = 14,89 ; ET = 2,78). À la séance 5-4, une augmentation est observée, mais cela ne semble pas en lien avec la performance en DRL. En DRL 20 s, bien que la performance ne soit pas stable d'une séance à l'autre, le nombre de comportements collatéraux par minute l'est. Aucune relation ne peut être dégagée entre ces variables.

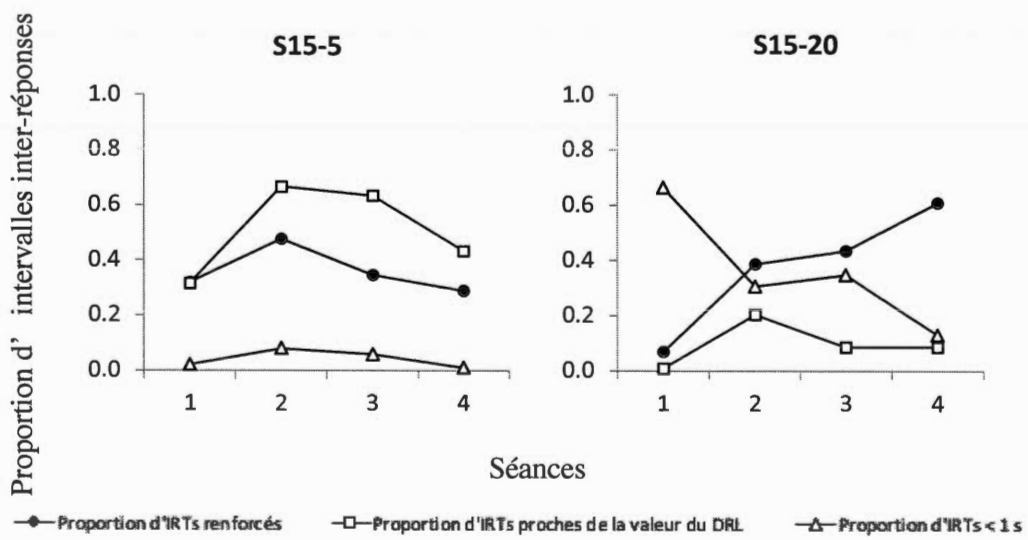


Figure 9. Performance en DRL 5 s et en DRL 20 s illustrée par la proportion d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible et d'IRTs sous 1 s pour S15.

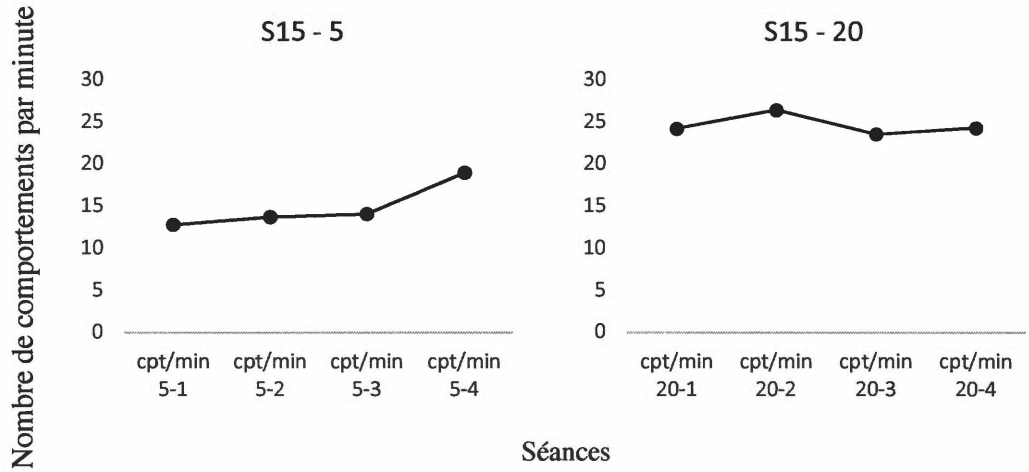


Figure 10. Nombre de comportements collatéraux par minute émis au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S15.

Le Tableau 6 présente la description des comportements collatéraux émis par S15. Il permet de constater que les comportements ne sont pas les mêmes en DRL 5 s et en DRL 20 s. Elle est assez constante en DRL 5 s dans le type de comportements émis, et en DRL 20 s, il y a davantage de recherche d'interactions sociales avec l'observatrice, mais les comportements sont plus variés.

Tableau 6.

Description des comportements collatéraux au cours des 4 dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S15, 5,3 ans.

Séance	Description des comportements collatéraux observés
5-1	La participante répète fréquemment le même mouvement au cours de cette séance. Ce mouvement consiste à rester assise et faire un mouvement vers l'arrière avec le haut du corps, regarder en l'air et toucher un point derrière avec son bras droit, puis faire un mouvement en forme d'arc avant d'appuyer sur le carré jaune (chaîne comportementale 1). Lorsque la réponse n'est pas renforcée, ce même mouvement est répété, mais plus lentement. Et quand la réponse n'est toujours pas

renforcée après quelques essais, elle allonge la séquence en se mettant debout sur sa chaise pour faire le mouvement avec son bras, puis en mettant parfois aussi un pied sur la table sur laquelle l'écran est posé avant d'appuyer (chaîne comportementale 2). Elle parle également quelques fois des séquences de dessins animés (« il y a 2 épisodes », « il y a 3 épisodes ») pendant qu'elle effectue la chaîne de comportements.

5-2 Au début de cette séance, la participante pose ses jambes sur les accoudoirs de sa chaise, puis tourne son corps à 90 degrés avant de faire le même mouvement avec son bras que celui effectué au cours de la séance précédente, puis d'appuyer. Lorsque cette séquence ne permet pas d'obtenir le renforçateur, elle reprend la chaîne comportementale 2 en l'allongeant un peu plus à chaque échec. Elle se met alors en position debout sur sa chaise, fait un mouvement vers l'arrière avec son bras droit tout en regardant en l'air, puis fait un mouvement en forme d'arc avec son bras avant d'appuyer sur l'écran. Quelques fois, à la fin de cette séquence, elle pose son pied sur la table avant d'appuyer. Il lui arrive également d'avoir des mouvements « d'inhibition » à la fin de cette séquence, où elle approche sa main de l'écran puis fait un mouvement de recul. Au cours de quelques essais, elle parle des dessins animés ou pose des questions sans lien avec la tâche.

5-3 Au cours de cette séance, la participante alterne les chaînes comportementales 1 et 2 selon que le renforçateur suit ou non cette séquence. Lorsque ses réponses ne sont pas renforcées lors de plusieurs essais consécutifs, la participante ajoute des comportements aux séquences : mouvements de recul du bras face à l'écran, regarder un point au plafond, poser les jambes d'un côté de la chaise.

5-4 Au début de cette séance, la participante émet les chaînes comportementales 1 et 2, mais trop rapidement pour que la réponse émise ne soit renforcée. Elle les émet alors plus lentement et fixe un point au plafond pendant qu'elle fait le mouvement en forme d'arc avec son bras. Il lui arrive de décrire ses comportements (« recule, d'abord sur la chaise »). Plusieurs fois, elle parle des dessins animés, et répète parfois ce que les personnages ont dit au cours de la séquence précédente. Elle compte à quelques reprises jusqu'à 3 avant d'appuyer mais ce comportement n'est jamais suivi d'une réponse renforcée.

20-1 Au début de la séance, la participante dit « on va attendre un peu, après on y va », puis elle s'éloigne de l'écran et fait le tour de la pièce avant de revenir pour appuyer. Ensuite, ses comportements collatéraux varient d'un essai à l'autre, mais elle reproduit ceux-ci quelques fois : elle fait

	semblant de dormir, tente de faire rire l'observatrice en faisant des bruits, fait des mouvements répétés sur l'écran autour du carré jaune avant d'appuyer, lèche l'écran, joue à se cacher derrière le rideau ou des meubles, monte sur la table pour regarder à l'extérieur, lance un mouchoir et tente de l'attraper, parle des dessins animés qu'elle vient de visionner, et fait la chaîne comportementale 2 en décrivant ses mouvements.
20-2	Elle se couche sur la table et fait semblant de dormir, fait des mouvements répétés sur l'écran autour du carré jaune avant d'appuyer. Elle se cache derrière un rideau ou des meubles pour initier des jeux avec l'observatrice. La participante décrit ses comportements, parle à l'écran pour qu'il fonctionne (lui donne des ordres), raconte des histoires et des blagues. À la fin de la séance, elle se lève et va prendre des objets dans la pièce, tente de mettre en place des jeux impliquant des interactions avec l'observatrice (jeu symbolique).
20-3	La participante utilise une couverture pour appuyer sur l'écran à chaque essai de cette séance. Elle manipule cette couverture fréquemment entre les réponses, elle se couche également souvent sur la table et se balance sur sa chaise. Il arrive qu'elle touche les boutons au bas de l'écran et qu'elle fasse des mouvements répétés sur l'écran autour du carré jaune avant d'appuyer. Elle parle à l'observatrice des dessins animés, lui propose des devinettes. À la fin de la séance, elle s'éloigne de l'écran entre chaque réponse et fait des jeux impliquant des interactions avec l'observatrice.
20-4	Dès le début de la séance, la participante fait des mimes et propose des devinettes à l'observatrice, elle cherche l'interaction. Elle se couche fréquemment sur la table, et embrasse l'écran parfois. Il lui arrive de chanter, de parler des dessins animés qu'elle vient de regarder. Elle va aussi chercher un petit flacon de parfum et s'en met un peu. Pendant plusieurs essais, elle présente des comportements de masturbation, elle se balance d'avant en arrière sur sa chaise avec un rythme régulier.

La Figure 11 illustre les types de comportements collatéraux émis au cours des séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S15. Une plus grande diversité de comportements est observée pour cette participante. La plus grande partie des comportements sont classés « autres comportements moteurs », mais il y en a moins en DRL 20 s (arrêt des chaînes comportementales 1 et 2). En DRL 20 s, il y a

augmentation des comportements « intraverbaux », des « mands », des « tacts », des « stéréotypies vocales » et des « autres comportements vocaux ». La participante n'émet des comportements moteurs avec déplacement qu'en DRL 20 s. Le nombre de « verbalisations sur la tâche ou le renforçateur » est en augmentation en DRL 5 s, puis reste plutôt stable en DRL 20 s.

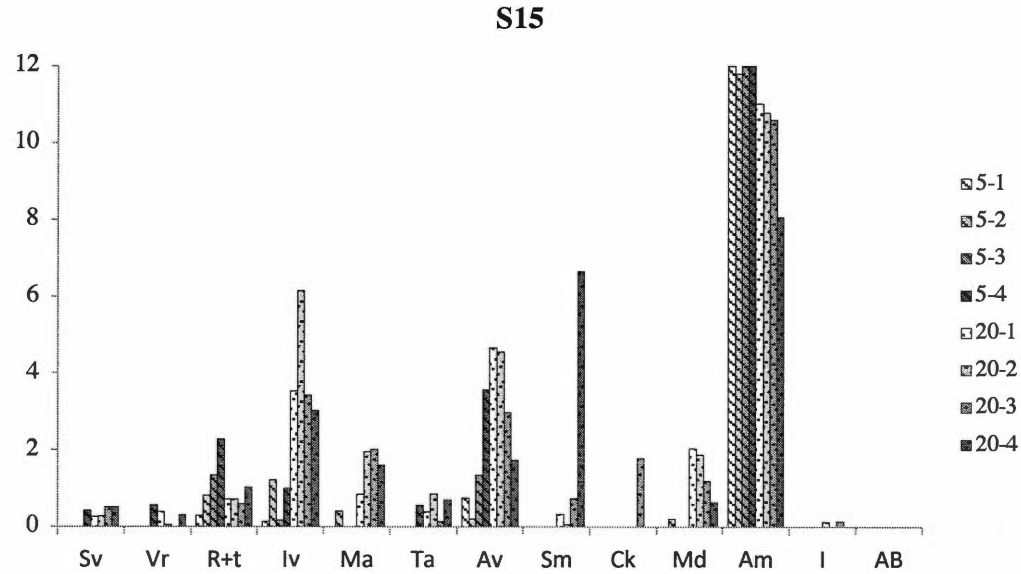


Figure 11. Type de comportements vocaux, moteurs et autres observés au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S15.

4.2.4. Présentation des résultats pour S17

La performance en DRL 5 s n'est pas constante et il n'y a pas d'ajustement temporel précis. Les séances 1 et 4 sont comparables en termes de taux de renforcement et d'IRTs proches de la valeur du DRL. Les séances 2 et 3 sont également similaires sur le plan de la performance. En DRL 20 s, il n'y a pas de progression linéaire. La meilleure séance est 20-2 avec une proportion d'IRTs renforcés de 46,2 %, un taux de réponses < 1 s et d'IRTs proches de la valeur cible de 7,6 % (Figure 12).

En DRL 5 s, le nombre de comportements collatéraux par minute est relativement constant au cours des trois premières séances et plus élevé à la séance 5-4. Il y a davantage de comportements observés au cours des deux dernières séances de DRL 20 s (Figure 13). En DRL 5 s, la moyenne est de 21,12 (*ET* = 3,24) et en DRL 20 s, elle est de 20,72 (*ET* = 4,9). Le nombre de comportements collatéraux par minute ne semble pas lié à la performance en DRL pour cette participante.

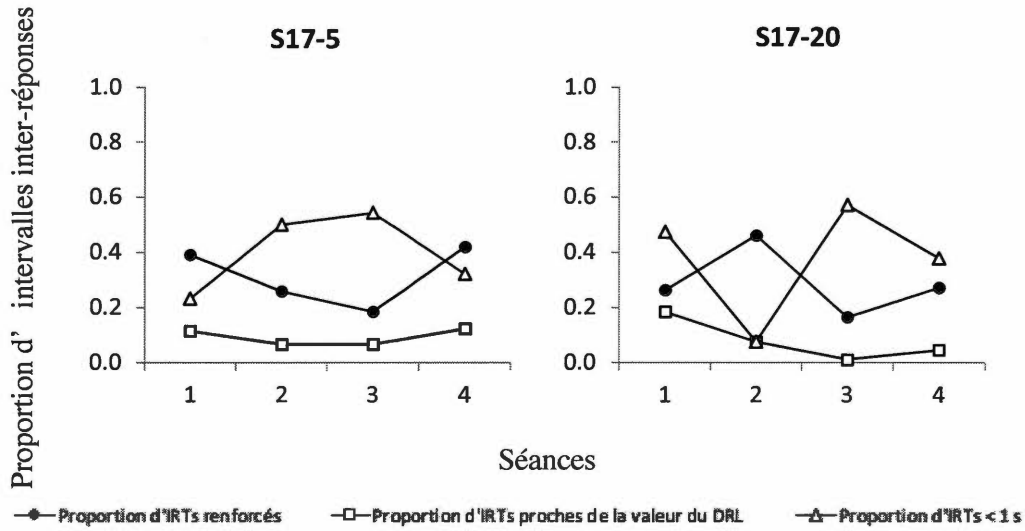


Figure 12. Performance en DRL 5 s et en DRL 20 s illustrée par la proportion d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible et d'IRTs sous 1 s pour S17.

La description des comportements collatéraux émis est présentée au Tableau 7. Les séances avec les proportions d'IRTs renforcés les plus élevées sont celles où la participante s'intéresse à autre chose et espace beaucoup ses réponses.

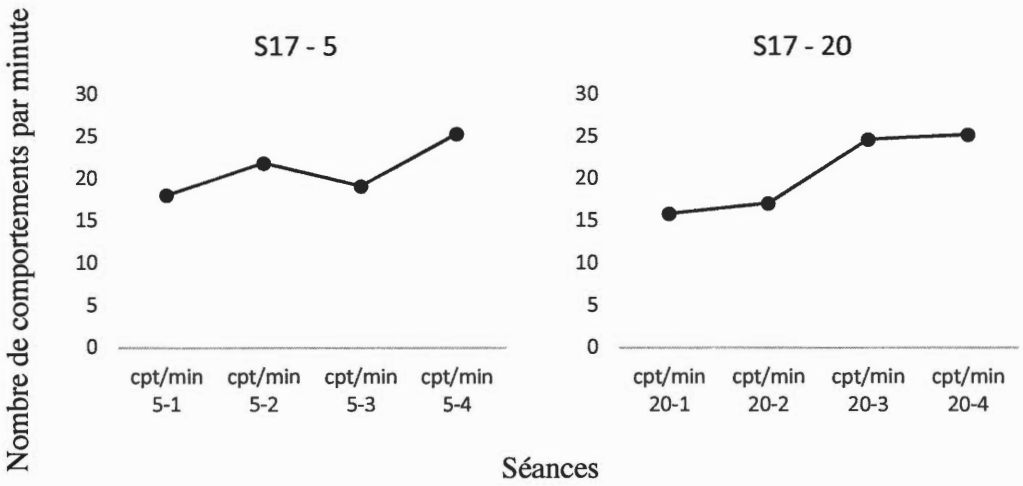


Figure 13. Nombre de comportements collatéraux par minute émis au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S17.

Tableau 7.

Description des comportements collatéraux au cours des 4 dernières séances de DRL 5 s et de DRL 20 s pour S17, 2,8 ans.

Séance	Description des comportements collatéraux observés
5-1	Au début de la séance, la participante joue avec une sucette et se promène dans la pièce. Tout le reste de la séance, elle appuie sur l'écran tactile, puis elle éteint l'écran et le rallume avant d'émettre la réponse. Elle se lève parfois pour aller regarder l'ordinateur qui contrôle le programme avant de rallumer l'écran et de répondre. Vers la fin de la séance, elle reste toujours assise, éteint et rallume l'écran en prenant davantage de temps. Elle montre des signes de fatigue, elle demande quand la tâche se termine après 15 minutes. Elle décide tout de même de continuer la séance. À 19 minutes, elle dit qu'elle veut bien faire venir le dessin animé une dernière fois. Tout au long de la séance, elle a une tétine dans la bouche.
5-2	À chaque essai, la participante appuie immédiatement après la fin du dessin animé. Ensuite, elle éteint l'écran et le rallume avant d'émettre la réponse. Parfois, entre les deux, elle regarde l'ordinateur ou parle à l'observatrice. Il arrive qu'elle touche plutôt les câbles de l'écran avant

d'appuyer. Tout au long de la séance, elle a une tétine dans la bouche. Après 15 minutes, elle dit « c'est fini », mais veut bien regarder le dessin animé encore une fois. Puis elle se lève et joue avec une peluche, pose des questions à l'observatrice sur les objets présents dans la pièce. Elle revient face à l'écran après sept minutes et regarde le dernier dessin animé.

5-3 La participante a une tétine dans la bouche ou porte d'autres objets à la bouche au début de la séance. Elle regarde l'observatrice ou lui parle quelques fois. Elle éteint l'écran, puis le rallume avant d'appuyer et fait cela lors de la plupart des essais. Parfois, elle fait semblant de l'éteindre seulement en posant son doigt sur la touche au bas de l'écran. Elle essaie lors de quelques essais d'appuyer sur un coin du carré jaune (bouffées de réponse enregistrées) ou fait un trajet avec son doigt, mais s'arrête rapidement. Elle joue avec le curseur et appuie ainsi parfois accidentellement sur le carré jaune. Elle se rassoit correctement, ou pose les mains sur la table avant d'appuyer lorsqu'elle vient d'émettre quelques réponses non renforcées. Après 5 minutes, elle dit « voilà, c'est fini », la réponse suivante est renforcée. Elle répète cela lors de presque tous les essais suivants, et parfois le dit tout en éteignant l'écran, puis le rallume et émet la réponse. Elle prend une peluche en fin de séance, en parle un peu, mais reste tout de même centrée sur la tâche. A tous les essais, elle appuie d'abord sur le carré jaune une ou plusieurs fois lorsque le dessin animé prend fin avant d'émettre les comportements collatéraux mentionnés ci-dessus.

5-4 La participante éteint l'écran, puis le rallume avant d'émettre la réponse. Elle dit « voilà, c'est fini » dès le deuxième essai de la séance, puis émet la réponse. Elle fait l'un ou l'autre de ces deux comportements lors de tous les essais. Parfois, elle les fait simultanément. Vers 12 minutes, elle se lève et cherche à mettre fin à la séance, propose de faire d'autres jeux. Elle se promène dans la pièce, demande à sortir, prend des objets et pose des questions à l'observatrice. Elle accepte de revenir, mais met plus de temps pour répondre, joue avec d'autres objets. Puis, elle reprend les mêmes comportements collatéraux présentés en début de séance.

20-1 La participante a une tétine dans la bouche presque tout le long de la séance. Elle reste généralement assise sur sa chaise et la fait tourner, ou se lève pour la faire tourner. Elle pose des questions sur les objets qu'elle voit dans la pièce, et se promène parfois dans la pièce entre 2 réponses. Il arrive qu'elle joue avec un pansement qu'elle a sur un doigt. Vers la fin de la séance, elle a besoin d'incitations pour revenir à la tâche, les autres activités semblent plus renforçantes.

20-2 La participante se lève, pose des questions sur des objets qui se trouvent dans la pièce puis appuie sur le carré jaune de l'écran. Parfois, elle manipule des objets à sa portée telles que des figurines. Il s'écoule alors plus de temps entre les réponses. Elle fait tourner sa chaise, change de position, puis se rassoit avant d'appuyer sur l'écran.

20-3 La participante fait tourner sa chaise avant d'appuyer. Parfois, elle la fait tourner dans un sens, puis dans l'autre. Dès le deuxième essai, elle dit « voilà, c'est fini » et cherche l'observatrice du regard. Parfois, lorsque sa réponse n'est pas renforcée, elle fait un parcours avec son doigt sur le carré jaune ou joue avec le curseur, ce qui engendre des bouffées de réponse. Deux fois, elle se lève, va regarder l'ordinateur qui contrôle l'écran, demande « c'est à toi ça ? » à l'observatrice, puis revient à l'écran et appuie. Il arrive aussi qu'elle fasse cela sans comportement vocal associé. Parfois, elle se lève, et pose des questions sur les objets qui se trouvent dans la pièce (p.ex., « qu'est-ce que c'est ? »). Après environ 10 minutes, elle peut prendre un des objets et jouer avec, se désintéressant ainsi de la tâche. Vers 13 minutes, elle dit « c'est fini », elle se lève et se promène dans la pièce, puis revient pour émettre la réponse. Elle répète ensuite à chaque essai « c'est fini ». Elle enchaine les comportements précédemment mentionnés, mais trop rapidement pour que ses réponses soient renforcées, mais se réajuste rapidement en prenant davantage de temps pour faire les séquences de comportements.

20-4 Dès le premier essai, la participante dit « c'est pas fini », « comment on fait maintenant ? ». Elle fait ensuite tourner sa chaise, se lève pour se rendre à un point dans la pièce, puis revient face à l'écran, s'assoit et appuie. Elle éteint l'écran, le rallume et appuie sans succès. Elle tourne alors sa chaise, regarde l'ordinateur qui contrôle l'écran, puis se repositionne et appuie. Elle dit « c'est fini », éteint l'écran, le rallume et appuie. Elle joue avec un collier, le manipule, le met en bouche, le décrit. Elle passe beaucoup de temps à faire cela et se désintéresse de la tâche. Lors des 5 derniers essais, elle dit « c'est fini », puis se lève et s'éloigne de l'écran, va toucher un point dans la pièce, se réinstalle correctement sur la chaise et appuie. Parfois, elle fait aussi tourner la chaise avant de se rassoir.

Les types de comportements collatéraux émis au cours des séances de DRL 5 s et de DRL 20 s sont présentés à la Figure 14 pour S17. Une variété de comportements est

observée pour cette participante. La plus grande partie des comportements sont classés « autres comportements moteurs », et il y en a plus en DRL 20 s. En DRL 5 s, à toutes les séances, des comportements d'appui sur des « clés collatérales » sont observés. Une variété de comportements vocaux est notée en DRL 5 s et en DRL 20 s : « verbalisations sur la tâche ou le renforçateur », « intraverbaux », « mands », « tacts », et « autres comportements vocaux ».

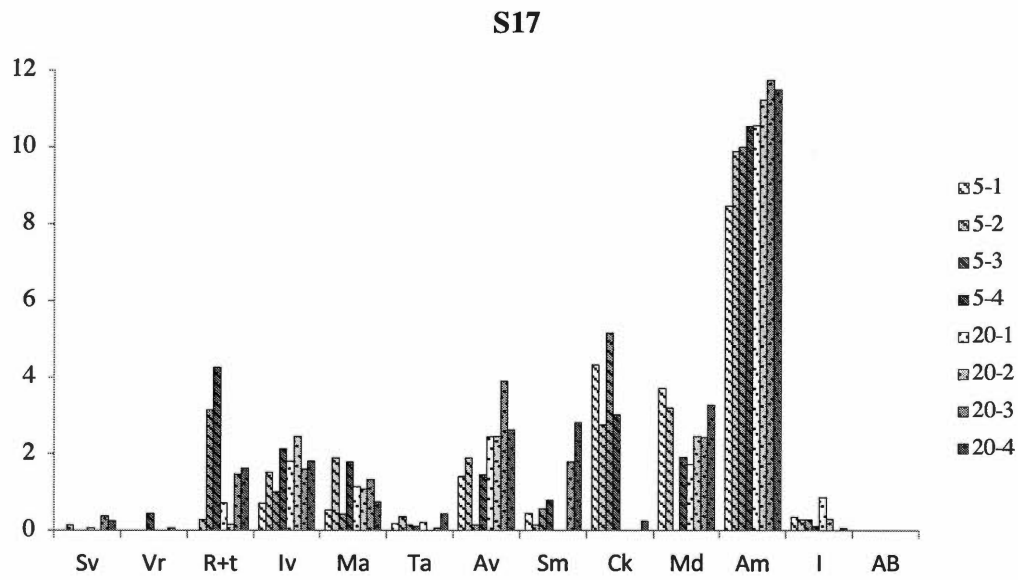


Figure 14. Type de comportements vocaux, moteurs et autres observés au cours des séances de DRL 5 s et DRL 20 s pour S17.

4.3. Entretien post-expérimental

Un entretien avec les participants à la fin de l'expérimentation a été réalisé afin de noter leur perception du programme et ce qu'ils devaient faire pour obtenir les renforçateurs. S12 et S15 mentionnent qu'il fallait d'abord attendre avant d'appuyer sur le carré jaune. S13 a répondu qu'elle devait d'abord faire le tour de l'écran avec

son doigt avant d'appuyer sur le carré jaune. Il est à noter que ce comportement collatéral est resté stable au cours des séances, malgré le faible taux de renforcement en DRL 20 s. S17 n'a pas été en mesure de répondre à nos questions.

5. Discussion et conclusion

La grille d'observation des comportements collatéraux créée dans le cadre de cette étude permet une description plus précise des comportements pouvant être émis par les enfants lorsqu'ils sont exposés à un programme DRL. Le type d'analyse réalisé et l'entretien post-expérimental constituent des points forts de cette étude. Toutefois, la méthode utilisée ne permet pas de répondre à la question de la fonction des comportements collatéraux dans l'ajustement temporel, mais seulement d'observer leur évolution au fil des séances. Ainsi, les résultats montrent qu'il n'y a pas de relation entre le type précis de comportements collatéraux émis et la performance en DRL. Il n'apparaît ainsi pas nécessaire de catégoriser les comportements aussi finement. Certaines catégories auraient peut-être pu être regroupées. Les « stéréotypies vocales » et les « comportements verbaux rythmiques » auraient pu former une seule catégorie. Les « intraverbaux », les « mands » et les « tacts » auraient pu être regroupées sous une catégorie type « comportements vocaux interactifs ». Cela va évidemment à l'encontre de la thèse de Skinner (1957) selon laquelle ces comportements verbaux possèdent des fonctions différentes. Mais comme nous le soulignons, la procédure utilisée ici n'avait pas comme objectif de faire une analyse fonctionnelle différentielle de ces comportements. La cotation globale seule ne permet pas non plus de mettre en lien un type de comportement et la performance en DRL. Il apparaît ainsi que tous les types de comportements collatéraux pourraient être liés à un ajustement temporel précis s'ils permettent d'espacer suffisamment les réponses. L'entretien post-expérimental réalisé indique que la description du programme de renforcement est cohérente avec la performance

en DRL et les comportements collatéraux émis.

Il aurait été attendu d'observer plus de comportements moteurs globaux en DRL 20 s compte tenu du fait que les participants doivent espacer davantage leurs réponses. Cela est observé pour trois des quatre participants (S12, S13 et S17), mais cela n'est pas en lien avec la qualité de l'ajustement temporel. Il aurait également été attendu d'observer davantage de comportements collatéraux avec une durée de DRL plus importante, et cela est noté pour trois participants (S12, S13 et S15), bien que la différence entre les deux conditions ne soit importante que pour S12 (+ 3,02 comportements/min) et S15 (+ 9,72 comportements/min). Ces deux participants sont ceux qui présentent la meilleure régulation temporelle, mais l'observation des données séance par séance amène à la conclusion qu'il ne semble pas y avoir de lien direct entre la performance et le nombre de comportements collatéraux émis par minute. L'établissement d'un lien entre l'ajustement temporel et les comportements collatéraux ou d'autres variables est difficile compte-tenu de la variabilité de l'ajustement, tant intra-séances, inter-séances, qu'inter-individus.

Dans le cadre de cette étude, les participants étaient libres d'émettre tous les comportements collatéraux qu'ils souhaitaient. Il est donc possible que certains comportements observés aient été plus renforçants que le stimulus de renforcement utilisé dans le cadre du programme DRL. La tâche peut ainsi perdre en valeur, et l'enfant peut s'en désintéresser. Cela a été observé au cours de quelques séances. Les réponses sont alors plus espacées.

La littérature scientifique sur le sujet auprès d'humains est rare, et il est difficile de comparer nos résultats avec la littérature animale car les conditions expérimentales ne peuvent être similaires. Seules quelques études ont répertorié les comportements collatéraux de façon précise et individualisée chez l'animal (Laties et al., 1969;

Lejeune et al., 1998; Wilson & Keller, 1953) et chez l'humain (Gordon, 1979; Pouthas, 1981). Dans l'étude de Gordon (1979), les comportements sont observés, puis dix sont rapportés. Pour être considérés comme étant des comportements collatéraux, ils devaient se produire au cours de dix intervalles. Ces comportements ne sont pas quantifiés. L'auteur rapporte un lien positif entre les comportements collatéraux privés, identifiés par un entretien post-expérimental, et la performance en DRL. Dans le cadre de notre étude, l'entretien réalisé n'a pas permis d'avoir accès à la description de comportements privés. Certains participants ont dit qu'ils devaient attendre pour avoir accès au renforçateur, mais n'ont pas précisé s'ils faisaient d'autres comportements que ce que nous avons observé. Cela pourrait être dû au jeune âge de nos participants. L'étude de Pouthas (1981) auprès d'enfants a fait l'observation des comportements collatéraux avec une classification globale. L'analyse était faite pour le groupe et non pas pour chaque participant. Elle a observé davantage de comportements d'attente chez les enfants qui avaient reçu une consigne minimale (sans information sur la notion de temps) que ce qui est observé pour nos participants pour qui le même type de consigne était donné. Pour les participants de Pouthas (1981), les comportements moteurs importants sont les plus fréquents, suivis par les comportements d'attente, les comportements verbaux et les comportements moteurs fins. Cela n'est observé pour aucun de nos participants. Considérant les différences individuelles constatées dans les études auprès d'enfants, la catégorisation des comportements pourrait ne pas être la meilleure solution pour observer le lien entre les comportements collatéraux et l'ajustement temporel.

Les futures recherches pourraient s'intéresser aux comportements collatéraux émis dans un environnement pauvre, épuré et un environnement riche en matériel afin d'observer la différence de comportements émis et les effets sur la régulation temporelle. Dans la présente étude, l'observation était continue, mais à chaque intervalle de cinq secondes, tous les comportements étaient cotés 0 ou 1 en fonction

de leur apparition ou non au cours de l'intervalle. Une cotation de la durée des comportements pourrait également être envisagée. Il pourrait être pertinent de réaliser quelques observations des participants dans le lieu d'expérimentation avant la mise en place du programme de renforcement. Cela permettrait de déterminer si les comportements collatéraux sont représentatifs des comportements présentés dans la vie quotidienne ou s'ils sont induits par le programme de renforcement.

Références

Blancheteau, M. (1969). Conduites instrumentales et estimation des durées chez l'animal. *L'année psychologique, 69*(1), 209-246.

Boren, J. J. (1969). Some Variables Affecting the Superstitious Chaining of Responses. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 12*(6), 959-969.

Bruner, A., & Revusky, S. H. (1961). Collateral Behavior in Humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 4*(4), 349-350. doi:10.1901/jeab.1961.4-349

Clément, C. (1999). *L'ontogenèse du contrôle temporel du comportement humain envisagé comme un système dynamique non linéaire*. (Thèse de doctorat Thèse de doctorat), Université Charles de Gaulle Lille 3, Lille.

Darcheville, J.-C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1992). Fixed-interval performance and self-control in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 57*(2), 187-199. doi:10.1901/jeab.1992.57-187

Dunn, L. M., & Dunn, D. M. (2002). *Peabody Picture Vocabulary Test, 4th edition*. San Antonio, TX: PsychCorp.

Falk, J. L. (1961). Production of polydipsia in normal rats by an intermittent food schedule. *Science, 133*(3447), 195-196. doi:10.1126/science.133.3447.195

Falk, J. L. (1971). The Nature and Determinants of Adjunctive Behavior. *Physiology and Behavior, 6*, 577-588.

Ferster, C., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Fraley, L. E. (2003). A Behaviorological Analysis of Adjunctive Behavior. *Behaviorology Today, 6*(2), 15-29.

Laties, V. G., & Weiss, B. (1962). Effects of alcohol on timing behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55*(1), 85-91. doi:10.1037/h0046400

Laties, V. G., Weiss, B., Clark, R. L., & Reynolds, M. D. (1965). Overt "Mediating" Behavior During Temporally Spaced Responding. *Journal of the*

Experimental Analysis of Behavior, 8(2), 107-116. doi:10.1901/jeab.1965.8-107

Laties, V. G., Weiss, B., & Weiss, A. B. (1969). Further observations on overt « mediating » behavior and the discrimination of time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 12*, 43-57. doi:10.1901/jeab.1969.12-43

Lejeune, H., Cornet, S., Augusto Ferreira, M., & Wearden, J. H. (1998). How Do Mongolian Gerbils (Meriones uniguiculatus) Pass the Time? Adjunctive Behavior During Temporal Differentiation in Gerbils. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 24*(3), 352-368.

Nevin, J. A., & Berryman, R. (1963). A note on chaining and temporal discrimination. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 6*(1), 109-113. doi:10.1901/jeab.1963.6-109

Pouthas, V. (1981). Adaptation à la durée chez l'enfant de 2 à 5 ans. *L'année psychologique, 81*, 33-50.

Pouthas, V., & Jacquet, A.-Y. (1983). Attente et adaptation à la durée chez l'enfant dans la psychogenèse du temps : Cinq approches. *Cahiers de Psychologie Cognitive, 3*(4), 397-407.

Ray, R. C., & McGill, W. (1964). Effects of class-interval size upon certain frequency distributions of interresponse times. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 7*(1), 125-127. doi:10.1901/jeab.1964.7-125

Richelle, M., & Lejeune, H. (1980). *Time in animal behavior*. New York: Pergamon Press.

Ross, G. S., Hodos, W., & Brady, J. V. (1962). Electroencephalography correlates of temporally spaced responding and avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 5*, 467-472.

Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). E-prime Reference Guide. Pittsburgh: Psychology Software Tools, Inc.

Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century-Crofts.

Skinner, B. F. (1948). « Superstition » in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology, 32*(2), 168-172. doi:10.1037/0096-3445.121.3.273

Staddon, J. E. R. (1965). Some properties of spaced responding in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 8*(1), 19-27. doi:10.1901/jeab.1965.8-19

Stein, N., & Landis, R. (1973). Mediating Role of Human Collateral Behavior During a Spaced-Responding Schedule of Reinforcement. *Journal of Experimental Psychology, 97*(1), 28-33.

Stein, N., & Landis, R. (1978). Effects of age and collateral behavior on temporally discriminated performance of children. *Perceptual and Motor Skills, 47*, 87-94.

Wechsler, D. (2004). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour la période pré-scolaire et primaire - troisième édition*. Paris: Éditions du centre de psychologie appliquée.

Wilson, M. P., & Keller, F. S. (1953). On the selctive reinforcement of spaced responses. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 46*, 190-193.

Zeiler, M. D. (1973). Superstitious behavior in children: an experimental analysis. *Advances in Child Development and Behavior, 7*, 1-29. doi:10.1016/s0065-2407(08)60438-3

CHAPITRE V

DISCUSSION GÉNÉRALE

Cette recherche vise à explorer les capacités de régulation temporelle chez les enfants âgés de 2,6 à 7 ans avec et sans TSA et à observer les comportements collatéraux émis dans le cadre de la procédure proposée. Elle comporte trois études empiriques. La première étude évalue la régulation temporelle chez les enfants tout-venant avec un programme DRL de 5 s et de 20 s ainsi que la relation entre la performance dans ce programme et l'âge, le QI, et le niveau de langage réceptif. La deuxième étude a les mêmes objectifs que la première, mais est réalisée auprès d'enfants ayant un diagnostic de TSA. La troisième étude propose une démarche d'observation des comportements collatéraux réalisée auprès d'enfants tout-venant. Le présent chapitre propose une synthèse des résultats des trois articles et expose leurs contributions scientifiques. Il résume ensuite les limites de la thèse, ses forces et ses apports, puis propose des recommandations pour les futures recherches dans le domaine.

5.1. Les contributions scientifiques

Les trois études sont résumées afin d'en dégager les contributions respectives.

5.1.1. La régulation temporelle chez l'enfant tout-venant

Cette étude vise à explorer la régulation temporelle chez les enfants âgés de 2,6 à 7 ans et à mesurer la relation entre la performance dans le cadre d'un programme DRL et l'âge, le fonctionnement intellectuel et le langage réceptif. La performance en DRL est évaluée avec deux durées, 5 secondes (DRL 5 s) et 20 secondes (DRL 20 s) chez 11 enfants tout-venant. Les résultats montrent que les participants ajustent leurs réponses dans les deux conditions lorsque les critères d'ajustement sont évalués par une proportion d'IRTs renforcés supérieure à 0,30 et une moyenne des IRTs supérieure ou égale à la valeur du DRL. La réponse opérante est relativement stable au cours des trois dernières séances, dans les deux conditions évaluées. Parmi les 11 participants, 7 atteignent les critères d'ajustement sur la moyenne des trois dernières séances en DRL 5 s. En DRL 20 s, 6 enfants atteignent ces mêmes critères. La proportion d'IRTs renforcés est plus importante en DRL 5 s, bien que d'importantes différences individuelles soient observées.

Le QI total, le QI verbal et le QI de performance, ainsi que le langage réceptif ont été évalués afin d'avoir plus d'informations sur les caractéristiques individuelles possiblement associées à la performance en DRL. Les résultats montrent que ces variables ne corrèlent pas avec la performance. Toutefois, l'âge est associé à la régulation temporelle en DRL 5 s. Ce lien entre l'âge et la performance en DRL a été observé précédemment par d'autres chercheurs (Pouthas, 1981), mais l'âge ne peut être en soit une variable explicative. Il sous-tend plusieurs autres facteurs tels que l'apprentissage, l'expérience, le développement du langage et le développement cognitif. Dans cette étude, les scores standards ont été utilisés, mais tel qu'attendu, les scores bruts aux évaluations de QI et de langage réceptif corrèlent avec l'âge.

Les enfants âgés de plus de 4.6 ans performent mieux que les plus jeunes. Ils présentent une proportion plus importante d'IRTs renforcés, d'IRTs proches de la valeur cible, et moins de bouffées de réponses (angl. *bursts*). Cela est d'autant plus évident en DRL 5 s, alors qu'en DRL 20 s, on note davantage de différences interindividuelles. Lowe (1979) a émis l'hypothèse selon laquelle le comportement des enfants serait d'abord contrôlé par les contingences de renforcement pendant la petite enfance, puis deviendrait progressivement régi par les règles avant la fin de l'enfance. Quelques études utilisant des programmes FI rapportent que de très jeunes enfants peuvent présenter les mêmes patrons de réponses que les animaux non humains, alors que les enfants plus âgés montrent plutôt des patrons de réponses similaires à ceux des adultes (Bentall et al., 1985; Lowe et al., 1983). Cela peut expliquer les différences en fonction de l'âge dans les études sur l'ajustement temporel. Toutefois, cette hypothèse doit être évaluée préférablement avec un programme FI, puisqu'en DRL, la régulation temporelle est requise pour être renforcé. Ainsi, en DRL, on observe moins de variabilité dans les patrons de réponses.

Un nombre considérable de bouffées de réponses est observé au début de l'exposition à chaque condition. Pour certains participants, ces bouffées de réponses restent présentes tout au long de l'expérimentation. Ces réponses rapprochées sont souvent observées dans les études sur le DRL. Toutefois, certaines mesures peuvent être prises pour les faire diminuer. Le fait d'entendre un stimulus auditif par exemple lors de l'émission de la réponse indique au participant que sa réponse a été prise en compte, et peut diminuer la fréquence d'apparition des bouffées de réponses. Cela a été observé dans une étude chez le rat (Kelleher, Fry and Cook, 1959) et dans une autre chez le jeune enfant (Weisberg & Tragakis, 1967). Le dispositif de réponse utilisé dans la présente étude, l'écran tactile, pourrait avoir entrainé l'apparition de certaines bouffées de réponse car certains appuis étaient trop légers pour être pris en

compte par le logiciel. Un autre aspect à prendre en compte est que dans la présente étude, le dispositif de réponse est le même que celui qui donne accès aux stimuli de renforcement, ce qui n'est pas le cas dans la plupart des études sur l'ajustement temporel utilisant des écrans tactiles (Darcheville et al., 1992, 1993; Rivière et al., 2000). Toutefois, une étude réalisée par Rivière et al. (1998) en DRL et utilisant le même dispositif de réponse enregistre un taux de bouffées de réponses comparable à celui rapporté dans d'autres études, ce qui suggère qu'il ne s'agit pas d'une variable affectant la régulation temporelle chez l'enfant.

Le passage du DRL 5 s au DRL 20 s constitue un écart important et cela peut expliquer la différence de performance dans les deux conditions. Il est à noter que les bouffées de réponses augmentent pour la majorité des participants lors de la première séance suivant la transition. Des valeurs de DRL plus rapprochées auraient sans doute amélioré la performance des participants, mais cette étude ne cherchait pas à obtenir une performance optimale chez les sujets, ni même une stabilité pour passer à la condition subséquente. L'observation de la dynamique des réponses par la mise en situation dans deux conditions expérimentales avec des délais bien distincts sur un nombre de séances limitées était visée. Puisqu'une stabilité est tout de même observée au cours des trois dernières séances dans chaque condition et que l'étude de la régulation temporelle avec un programme DRL chez l'enfant est plutôt difficile, nous avons réalisé un maximum de sept séances en DRL 5 s, puis en DRL 20 s. Le programme DRL a un aspect punitif (Hearst et al., 1964; Kramer & Rilling, 1970) dont il faut tenir compte dans les études, particulièrement chez l'enfant. En effet, non seulement le compteur se remet à zéro après chaque appui émis trop tôt dans l'intervalle et l'enfant doit attendre de nouveau, mais en plus, le stimulus de renforcement choisi est un dessin animé qui dure seulement 20 secondes. Cela a pu donner lieu à de la frustration, exprimée par certains participants au cours de l'étude et certains comportements qui pourraient viser à échapper à la tâche ont été observés

(p.ex., demander si la séance se termine bientôt, tenter de faire un autre jeu en parallèle).

Bien que les participants choisissent les dessins animés qu'ils verront au début de chaque séance expérimentale, toutes les séquences n'ont pas la même valeur renforçante. Par exemple dans le dessin animé *Aladdin*, une séquence au cours de laquelle la princesse Jasmine parle avec son tigre n'a pas la même valeur qu'une séquence où le génie chante et danse. Le maintien de la valeur du renforçateur chez l'enfant sur 14 séances expérimentales est un défi. Il est généralement inféré que les dessins animés maintiennent leur valeur renforçante dans le temps, mais cela n'a jamais été mesuré. Éthiquement, il est impossible de demander la privation face au renforçateur avant les séances comme on pourrait le faire dans la recherche auprès d'animaux, et ce, peu importe le type de renforçateur. Considérant toutes les variables spécifiques à l'évaluation de la régulation temporelle chez l'enfant, il est difficile de comparer adéquatement les résultats de cette étude avec ceux des études faites auprès d'animaux, et même d'adultes.

En conclusion, cette étude visait à mesurer la régulation temporelle chez l'enfant en DRL 5 s et DRL 20 s et la relation entre la performance et l'âge, le langage réceptif et le QI. Bien qu'une meilleure performance soit observée en DRL 5 s et que celle-ci semble liée à l'âge, les résultats montrent d'importantes différences interindividuelles. Ces dernières ne sont peut-être pas liées à des artefacts ou des défauts sur le plan de la méthodologie, comme on pourrait le conclure dans le cas de la recherche auprès d'animaux, mais sont peut-être spécifiques à la compréhension de l'ajustement temporel chez l'humain. Des mesures plus spécifiques pourraient mener vers une compréhension plus pointue des variables impliquées dans les processus de régulation temporelle.

5.1.2. La régulation temporelle chez l'enfant ayant un TSA

Cette étude vise à évaluer la régulation temporelle chez les enfants ayant un TSA. Seize enfants âgés entre 3.2 et 6.8 ans et ayant reçu un diagnostic de TSA ont été d'abord soumis à un programme DRL 5 s, puis à un DRL 20 s. Leur niveau de langage réceptif et leur QI ont été évalués avant de débuter les séances expérimentales. Les résultats montrent que les participants n'ajustent pas leurs réponses au programme de renforcement et ce, dans les deux conditions. La performance est légèrement meilleure en DRL 5 s. Cette analyse globale est faite sur la moyenne des trois dernières séances pour l'ensemble des participants et elle montre que la moyenne des IRTs est inférieure à la valeur du DRL et que la proportion d'IRTs renforcés est < 30 %. Toutefois, l'écart-type important révèle tout de même des différences individuelles considérables au sein de notre échantillon.

Le fait que la performance soit meilleure en DRL 5 s qu'en DRL 20 s est cohérent avec ce qui est observé dans la première étude auprès d'enfants tout-venant, et également avec les résultats d'études précédentes (Pouthas, 1981) dans lesquelles on rapporte un meilleur ajustement des réponses avec de courtes durées. Dans les études utilisant d'autres procédures pour évaluer la perception du temps chez les personnes ayant un TSA on relève également des difficultés avec la perception des longues durées (Brenner et al., 2015; Maister & Plaisted-Grant, 2011), ce qui suggère que les différences dans la perception du temps chez les personnes ayant un TSA pourraient être une caractéristique associée au trouble.

Tout comme dans l'étude auprès des enfants tout-venant, le QI et le langage réceptif ont été évalués afin de mesurer leur lien avec la régulation temporelle. Ces deux mesures corrèlent positivement avec la performance en DRL et ce, dans les deux conditions. L'âge n'est pas lié à l'ajustement temporel chez les enfants ayant un TSA, ce qui est conforme à ce qui était attendu. En effet, la variabilité en termes de

fonctionnement comportemental et cognitif est si importante au sein de notre échantillon que l'âge ne peut pas faire partie des variables associées à l'ajustement temporel. Ces résultats permettent de constater que les facteurs associés à une meilleure régulation temporelle chez les enfants tout-venant (l'âge) et les enfants ayant un TSA (le QI et le langage) ne sont pas les mêmes. Le fait que le QI soit lié à la performance en DRL chez l'enfant ayant un TSA est cohérent avec les résultats d'études sur la perception du temps réalisées avec d'autres procédures qui rapportent qu'une mémoire de travail plus importante est liée à une perception du temps plus juste (Brenner et al., 2015). En analysant plus spécifiquement les résultats, il apparaît que ce soit surtout le QI de performance qui soit positivement corrélé à la performance en DRL dans les deux conditions. Cela suggère que le langage expressif ne soit pas lié au contrôle temporel chez l'enfant ayant un TSA. Pour l'instant, nous n'avons aucune base théorique pour expliquer ces résultats avec certitude. Toutefois, lorsque des enfants avec un TDAH sont interrogés sur ce qu'ils croient devoir faire lorsqu'ils sont soumis à un programme de renforcement à composante temporelle, il arrive fréquemment que leur comportement ne corresponde pas à leur description (Clément & Baldassi, 2004). Peut-être que cette disparité entre le comportement et la description de celui-ci est spécifique au comportement de l'enfant, ou alors au comportement de l'enfant avec troubles neurodéveloppementaux? Quoi qu'il en soit, les sujets adultes soumis à un programme de renforcement à composante temporelle à qui l'on demande de décrire les contingences de renforcement montrent des patrons de réponses cohérents avec leur description verbale (Leander et al., 1968; Lippman & Meyer, 1967).

Bien que les analyses de l'ajustement temporel avec des mesures molaires montrent que la performance est meilleure en DRL 5 s, le critère d'ajustement fixé a été atteint par plus de participants en DRL 20 s. Les analyses moléculaires indiquent que seulement trois participants sur les seize développent une régulation temporelle. Ils ajustent leurs réponses au programme dans les deux conditions. Par ailleurs, la

performance des participants corrèle positivement dans les deux conditions, indiquant que ceux qui ont une bonne régulation temporelle dans une condition sont susceptibles d'ajuster leurs réponses au programme de renforcement dans la seconde condition. Cela suggère que certains enfants seraient plus sensibles aux contingences de renforcement que d'autres.

Les analyses moléculaires sont réalisées à partir de la proportion d'IRTs renforcés, la proportion d'IRTs proches de la valeur cible, et la proportion d'IRTs < 1 s. Elles montrent que la plupart des participants présentent toujours une proportion importante de réponses < 1 s dans les dernières séances. Pour certains enfants, une dégradation de la performance est même observée au fil des séances. Par ailleurs, pour quatre participants, le taux de réponse en DRL 20 s est près de 0. Cela peut s'expliquer par le fait que les programmes DRL visent en effet une diminution des réponses, et qu'ils peuvent être considérés comme étant semi-aversifs (Hearst et al., 1964; Kramer & Rilling, 1970). Dans l'étude 1, réalisée auprès d'enfants tout-venant, cela a également été observé et les participants présentaient parfois des comportements ayant pour objectif d'éviter la tâche ou de mettre fin à la séance. Une autre hypothèse pour expliquer cette importante diminution du taux de réponse est liée au fait que le DRL implique une contingence entre chaque réponse. Le renforçateur utilisé dans le cadre de ce projet, des séquences de dessins animés d'une durée de 20 s, a pu interrompre le participant dans la réponse au programme et cela pourrait affecter la régulation temporelle. Le fait d'utiliser un renforçateur rapide à octroyer et à consommer (p.ex., image/diapositive, points) pourrait permettre de tester cette dernière hypothèse.

L'ordre de présentation des séances a été le même pour tous les participants : DRL 5 s, puis DRL 20 s. L'objectif était d'explorer l'ajustement temporel des enfants ayant un TSA, et cela est cohérent avec ce qui est fait dans les études utilisant des

programmes DRL (Lejeune & Jasselette, 1986; Pouthas, 1981; Richelle & Lejeune, 1980). Il semble plus facile d'évaluer la régulation temporelle dans cet ordre car il est attendu que les participants s'ajustent à une durée plus longue une fois exposés au programme. De plus, en commençant par une durée plus importante, certains participants bien ajustés au programme pourraient ne jamais s'apercevoir du changement de condition pour une durée plus courte. Il serait tout de même intéressant d'évaluer cela dans de futures études.

Sur le plan des résultats dans les études réalisées auprès d'enfants l'utilisation de différents renforçateurs, modalités de réponses, valeurs de DRL, et contextes expérimentaux pourraient expliquer les disparités relevées dans la littérature scientifique (Clément et al., 2007). La modalité de réponse et le renforçateur choisis pour cette étude sont ceux proposés par Clément et collègues (Clément et al., 2007). Nous avons choisi deux durées pour cette étude, une courte et une plus longue, afin d'avoir une vision plus globale de la régulation temporelle, en comparaison avec d'autres études réalisées auprès d'enfants. Toutefois, le nombre de séances dans chaque condition était fixé à sept, indépendamment de la performance pour les enfants qui n'ajustaient pas leurs réponses au programme de renforcement. Les participants qui atteignaient le critère d'ajustement fixé (proportion d'IRTs renforcés > 30% et moyenne des IRTs > valeur du DRL) au cours de trois séances consécutives passaient à la condition suivante. Il est possible qu'une exposition prolongée aurait pu permettre d'atteindre une meilleure performance, mais l'atteinte d'un critère n'était pas l'objectif de l'étude. Il s'agissait pour nous d'explorer les comportements d'ajustement chez les enfants ayant un TSA. Si notre objectif avait été d'atteindre une certaine qualité de régulation temporelle, une valeur limite (angl. *limited hold*) aurait pu être utilisée afin d'obtenir davantage de précision dans les réponses.

Le critère d'ajustement fixé dans cette étude, et basé sur les études de Pouthas (1981) peut faire l'objet d'une discussion. Le problème concerne surtout le critère pour la moyenne des IRTs. Un participant qui présenterait une moyenne des IRTs inférieure, mais proche de la valeur cible telle que 4,7 s en DRL 5 s n'atteindrait pas le critère fixé bien que la plupart de ses réponses auraient lieu entre 4 s et 6 s. Dans ce dernier cas de figure, l'ajustement temporel est précis. Cela indique qu'un critère basé sur la moyenne devrait être plus flexible. Toutefois, l'écart-type permet tout de même de mesurer la précision des réponses. Le coefficient d'optimisation permet une autre analyse de la performance. Il s'agit de mesurer le nombre de renforçateurs obtenus par rapport au nombre de renforçateurs possibles dans une condition. Nous n'avions pas de critère lié à ce paramètre, il s'agissait surtout d'explorer nos données et de les comparer avec celles des autres études. Les résultats montrent que le coefficient d'optimisation est près de 0,3 dans les deux conditions, ce qui est comparable aux résultats obtenus dans l'étude 1 auprès des enfants âgés de 2,6 à 4,6 ans. Les enfants âgés de 4,6 à 7 ans présentent un coefficient d'optimisation près de 0,5 en DRL 5 s indiquant qu'ils obtiennent un peu plus d'une fois et demi plus de renforçateurs que les enfants plus jeunes et que les enfants ayant un TSA.

L'étude montre que certains profils d'enfants ayant un TSA semblent être liés à une bonne sensibilité aux programmes de renforcement à composante temporelle. Les difficultés sur le plan de la perception du temps chez les autres enfants peuvent être minimisées avec l'utilisation d'outils tels les minuteries visuelles ou sonores et les emplois du temps visuels. Il est donc important d'utiliser les supports disponibles et pouvant permettre de développer la perception du temps et d'améliorer les compétences de planification pour les enfants qui présentent un besoin sur ces aspects. Toutefois, comme toute intervention, il est essentiel de réaliser une évaluation préalable à la mise en place. Il faut ainsi trouver l'équilibre pour pallier aux difficultés et permettre le développement de nouvelles compétences et éviter l'utilisation excessive d'outils adaptés qui pourrait mener des routines et rituels

inflexibles et rigides. Puisqu'il s'agit d'une adaptation, une évaluation de l'efficacité doit être menée régulièrement et l'estompage planifié.

5.1.3. Les comportements collatéraux chez l'enfant tout-venant

Cette étude vise à observer et mesurer les comportements collatéraux de quatre enfants exposés à un programme DRL et d'analyser leur lien évolution en fonction de la valeur du DRL. Une grille d'observation des comportements collatéraux a été créée dans le cadre de cette étude, permet une description précise des comportements pouvant être émis par les enfants. Le type d'analyse réalisé, la catégorisation détaillée et globale des comportements et l'entretien post-expérimental constituent des points forts de cette étude. Cependant, la méthode utilisée dans cette étude ne permet pas de statuer sur la fonction des comportements collatéraux lors de l'exposition à un programme DRL, seulement d'observer leur présentation et leur évolution au fil des séances. Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas de lien entre un type précis de comportements collatéraux et la performance en DRL. Cela est observé tant avec la classification détaillée qu'avec la classification globale des comportements. Il semble donc futile de catégoriser les comportements aussi finement. Certaines catégories utilisées avec la classification détaillée auraient peut-être pu être regroupées. Néanmoins, la classification globale seule ne permet pas non plus de faire un lien entre une catégorie de comportements et la performance en DRL. Il semble ainsi probable que tous les types de comportements collatéraux pourraient être liés à un ajustement temporel précis s'ils permettaient d'espacer suffisamment les réponses pour qu'elles soient renforcées. La description que les enfants font du programme de renforcement lors de l'entretien post-expérimental est cohérente avec la performance en DRL et les comportements collatéraux émis.

Compte-tenu du délai d'attente qui augmente en DRL 20 s, il aurait été probable

d'observer davantage de comportements moteurs globaux, et notamment de déplacements pour s'éloigner du dispositif de réponse. Cette augmentation des comportements moteurs globaux est observé pour trois participants (S12, S13 et S17), mais n'est pas lié à la qualité de la régulation temporelle. Il aurait également été plausible d'observer un plus grand nombre de comportements collatéraux avec une durée de DRL plus importante, et cela est noté pour trois participants (S12, S13 et S15), mais la différence entre le DRL 5 s et le DRL 20 s n'est manifeste que pour deux participants (S12 et S15). Ce sont ceux qui présentent la meilleure qualité d'ajustement temporel. Toutefois, l'observation des données séance par séance montre qu'il ne semble pas y avoir de lien entre la performance en DRL et le nombre de comportements collatéraux émis par minute. La mise en lumière d'une relation entre l'ajustement temporel chez l'enfant et les comportements collatéraux, ou d'autres variables d'ailleurs, s'avère être complexe compte-tenu de la variabilité de la réponse au programme, tant intra-séances, inter-séances, qu'inter-individus.

Dans cette étude, les participants n'avaient aucune contrainte. Ils étaient libres d'émettre tous les comportements collatéraux qu'ils souhaitaient. L'expérimentation avait lieu à leur domicile, généralement dans leur chambre. Il est donc possible que certains comportements observés aient eu une valeur renforçante plus importante que le stimulus de renforcement choisi. La tâche peut ainsi perdre de l'intérêt pour l'enfant qui s'adonne à une autre activité. Cela a été relevé au cours de quelques séances, les réponses étaient alors plus espacées dans le temps.

La littérature scientifique sur les comportements collatéraux présentés par l'humain est pauvre. Il n'est pas aisé de comparer nos résultats avec d'autres études. La littérature animale est plus riche, mais la comparaison serait bancale car les conditions expérimentales ne peuvent être similaires. Quelques études ont répertorié les comportements collatéraux de façon précise et individualisée chez l'animal

(Laties et al., 1969; Lejeune et al., 1998; Wilson & Keller, 1953), et deux études chez l'enfant (Gordon, 1979; Pouthas, 1981). Chez l'enfant, Gordon (1979) a étudié l'ajustement temporel avec des enfants tout-venant et des enfants avec hyperactivité. Il a utilisé une consigne informative, précisant la nécessité d'attendre pour émettre la réponse. L'émission de certains comportements privés (p.ex., compter dans sa tête) et d'un ensemble de comportements collatéraux émis par des enfants tout-venant et des enfants présentant de l'hyperactivité est rapportée. Gordon note que deux fois plus d'enfants avec hyperactivité présentent des comportements collatéraux observables comparativement aux enfants tout-venant. Par ailleurs, il rapporte une corrélation négative entre les comportements collatéraux observables et la proportion d'IRTs renforcés, ce qui pourrait être dû à un effet de groupe. Les comportements sont considérés comme collatéraux s'ils apparaissent au cours de dix intervalles, puis sont listés sans toutefois être mis en lien avec l'ajustement temporel. Pouthas (1981) a réalisé l'observation de comportements collatéraux chez l'enfant avec une classification globale. Cette chercheure a réalisé une analyse de groupe, les comportements de chaque sujet ne sont pas présentés. Elle rapporte plus de comportements d'attente chez les participants qui avaient reçu une consigne minimale (sans information sur la notion de temps) que ce qui est observé pour nos participants, alors que le même type de consigne leur a été donné. Les résultats de Pouthas (1981) montrent que les comportements moteurs importants sont les plus fréquents, suivis par les comportements d'attente, les comportements verbaux et les comportements moteurs fins. Cela n'est observé pour aucun de nos participants. Il est possible que les valeurs de DRL utilisées aient influencé le type de comportements émis expliquant en partie les divergences. Pouthas avait utilisé des valeurs de DRL allant de 2 s à 15 s selon l'ajustement temporel. Parmi les participants de cette étude, 33 % seulement ont été exposés à cette dernière valeur, 33 % se sont arrêtés au DRL 10 s et 33 % à moins de 7 s. Néanmoins, à la lumière des différences individuelles constatées dans notre étude, il est probable que la catégorisation des comportements puisse ne pas être la

meilleure solution pour apprécier le lien entre les comportements collatéraux et l'ajustement temporel. L'analyse descriptive et la cotation de la durée pourraient être plus indiquées.

5.2. Les limites de la thèse

Sur le plan de la méthode, cette thèse comporte quelques limites. La comparaison des groupes d'enfants tout-venant et d'enfants ayant un TSA ne pouvait être réalisée avec la taille de l'échantillon. En tout, 27 enfants ont été exposés au programme DRL. Les groupes étaient inégaux puisqu'il y avait 11 participants dans le groupe d'enfants tout-venant et 16 participants dans le groupe d'enfants ayant un TSA. En plus de l'inégalité en termes de nombre de participants, les garçons étaient sur-représentés dans le groupe d'enfants ayant un TSA et les filles dans le groupe d'enfants tout-venant. Bien que dans la littérature scientifique aucune étude ne mentionne un effet de genre sur la régulation temporelle, ce point est à souligner. Toutefois, les résultats obtenus dans le cadre de cette thèse montrent que la comparaison de groupe aurait été d'une part très difficile, et d'autre part très discutable sur le plan de l'analyse statistique compte-tenu de la variabilité des réponses et de la diversité des profils des enfants.

Le nombre de séances limité peut également être considéré comme une limite de la thèse. En effet, il est impossible de savoir si les enfants n'ayant pas atteint le critère d'ajustement temporel fixé au cours de l'étude auraient pu développer une régulation temporelle après davantage d'exposition au programme. Néanmoins, la durée et le rythme des séances dans cette étude réalisée auprès de jeunes enfants ont imposé une limite fixe. Une autre limite concerne le lieu d'expérimentation. Il n'est pas le même pour tous les participants. Pour les participants du groupe d'enfants tout-venant, l'expérimentation pouvait avoir lieu à leur domicile ou en milieu de garde. Pour les

enfants ayant un TSA, les séances étaient réalisées à leur domicile, à l'hôpital de jour ou en milieu de garde. Cependant, le lieu d'expérimentation était constant tout au long de la participation des enfants à l'étude.

En ce qui concerne la réponse, aucune indication n'était donnée au participant quant à la prise en compte de sa réponse par le programme. Cela a pu favoriser l'apparition de certaines bouffées de réponses. Certaines études ont utilisé un son lors de l'appui sur le dispositif de réponse. Toutefois, des bouffées de réponses sont observées chez toutes les espèces ayant été soumis à des programmes DRL, et avec toutes les modalités de réponse. Le fait d'avoir une rétroaction pourrait éliminer certaines réponses < 1 s, mais il est attendu que certaines persisteraient. En ce qui a trait au renforçateur choisi, le dessin animé, il était sélectionné par les participants au début de chaque séance. Cependant, cela ne signifie pas qu'il s'agissait bien d'un renforçateur pour l'enfant. Techniquement, puisque les participants continuaient d'émettre des réponses, il est possible d'inférer que le renforçateur remplissait bien sa fonction.

5.3. Les apports de la thèse

Ce travail de recherche comporte quelques contributions. Parmi celles-ci, l'étude de l'ajustement temporel avec deux durées de DRL bien distinctes. En effet, la plupart des études réalisées auprès d'enfants avec un programme DRL utilise surtout de courtes durées (Pouthas, 1981; Pouthas, Droit, Jacquet, & Wearden, 1990; Pouthas & Jacquet, 1987), ou alors une étendue moins importante (Weisberg & Tragakis, 1967). Cela permet une vision plus globale de la capacité à développer la régulation temporelle.

L'analyse des résultats en DRL de façon moléculaire comme nous l'avons fait n'est pas observée chez l'humain. La proportion d'IRTs renforcés et la moyenne des IRTs sont régulièrement rapportés par les chercheurs (Pouthas, 1981; Pouthas & Jacquet, 1987; Weisberg & Tragakis, 1967), mais le coefficient d'optimisation (Weisberg & Tragakis, 1967), la proportion de réponses < 1 s (Pouthas, 1981; Richardson & Loughead, 1974), les IRTs par opportunité (Anger, 1956), et la proportion des IRTs proches de la valeur du DRL sont des mesures plus rares. Les résultats de la présente étude montrent qu'un critère de réussite basé sur la proportion d'IRTs renforcés et la moyenne des IRTs devrait être plus flexible. En fait, la proportion des IRTs proches pourrait être une mesure complémentaire, voire davantage pertinente que la moyenne des IRTs. La difficulté consiste alors à fixer les limites de ce critère.

Bien qu'il ne permette pas de généraliser les résultats, puisque la variabilité des patrons de réponses et des comportements présentés est importante, cette étude est d'une ampleur conséquente. Pour ce type d'études, l'échantillon est considérable. La plupart des études en DRL chez l'humain comportent moins de 10 participants (Laties & Weiss, 1963; Weisberg & Tragakis, 1967), et dans les études réalisées auprès d'un grand nombre de participants, il y a moins de séances expérimentales (Gordon, 1979; Pouthas, 1981; Stein & Landis, 1978).

Les comportements collatéraux avaient fait l'objet de peu d'études chez l'humain. En plus d'ajouter de l'information à la banque de données sur cette thématique, nous avons proposé une démarche d'évaluation de ces comportements et une analyse détaillée avec deux classifications a été réalisée. Cette étude a également permis de soulever de nouvelles questions de recherche et d'apporter des propositions d'analyses des résultats.

5.4. Les perspectives de recherches futures

Sur le plan de la méthodologie, il serait intéressant de proposer une procédure DRL avec limite de temps (angl. *limited hold*) afin d'observer si cela favorise une meilleure régulation temporelle (Richelle & Lejeune, 1980). Cela pourrait être proposé en premier lieu à un groupe d'enfants, et après quelques séances à un autre groupe afin d'en observer l'effet. Par ailleurs, les durées de DRL pourraient être inversées pour observer la qualité de l'ajustement temporel selon la durée à laquelle les participants sont d'abord exposés. Cela permettrait un meilleur contrôle expérimental et est très peu observé dans la littérature scientifique.
Dans la présente étude, les réponses non renforcées n'avaient aucune conséquence. Cela a pu induire des bouffées de réponses. De futures recherches utilisant le même dispositif de réponse, soit l'écran tactile, pourraient programmer un son audible indiquant au participant que sa réponse a bien été prise en compte. Weisberg et Tragakis (1967) ont utilisé l'appui sur un levier comme dispositif. Lors de l'appui, ce levier produisait un clic. Bien que les participants de cette étude étaient jeunes (15 à 41 mois), ils ont été capables d'ajustement temporel en DRL 10 s et en DRL 18 s. L'effet d'une rétroaction à toutes les réponses pourrait faciliter le développement de la régulation temporelle chez l'enfant.

Dans l'étude de l'ajustement temporel chez l'enfant, il est difficile de choisir une durée optimale pour les séances. Il semble donc intéressant d'évaluer la performance intra-séance afin de vérifier si la longueur des séances est optimale, et à quel moment la régulation temporelle est plus ou moins précise. De même, le choix d'un renforçateur n'est pas simple. Ce qui est renforçant pour une personne ne l'est pas pour une autre. Dans le cadre de notre étude, le renforçateur sélectionné était des séquences de 20 secondes de dessins animés. Il est probable que les séquences n'aient pas toutes la même valeur renforçante pour les participants. Une séquence avec

discussions entre les personnages, avec des chansons rythmées ou avec une course poursuite pourraient ne pas susciter le même intérêt. Il serait possible d'évaluer la valeur du renforçateur en mesurant le temps d'attention porté au dessin animé. Des changements sur le plan de la magnitude pourraient aussi être programmés avec des modifications de la valeur renforçante des séquences ou encore la modification de la durée de celles-ci. Il serait ensuite possible d'évaluer l'effet de ces conditions expérimentales sur la performance en DRL.

Les futures recherches pourraient s'intéresser aux comportements collatéraux émis dans un environnement pauvre, épuré et un environnement riche en matériel afin d'observer la différence de comportements émis et les effets sur la régulation temporelle. Il pourrait également être pertinent de réaliser quelques observations des participants dans le lieu d'expérimentation avant la mise en place du programme de renforcement. Cela permettrait de déterminer si les comportements collatéraux sont représentatifs des comportements présentés dans la vie quotidienne ou s'ils sont induits par le programme de renforcement. Par ailleurs, certaines études ont observé l'effet de l'empêchement de l'émission de comportements collatéraux (Laties et al., 1965; Laties et al., 1969; Ross et al., 1962) ou d'une tâche concurrente (Laties & Weiss, 1962; Maister & Plaisted-Grant, 2011) sur la réponse à une tâche de perception temporelle. Il serait pertinent de proposer une tâche concurrente ou l'empêchement des comportements collatéraux de façon individualisée au vu de la variabilité comportementale observée chez nos participants. L'observation des comportements collatéraux auprès d'enfants ayant un TSA serait également intéressante.

Dans cette étude, les comportements collatéraux étaient observés de façon continue, mais à chaque intervalle de cinq secondes, tous les comportements étaient cotés 0 ou 1 en fonction de leur apparition ou non au cours de l'intervalle. Une cotation de la

durée des comportements pourrait également être envisagée. L'analyse descriptive paraît tout de même indispensable à la compréhension du rôle des comportements collatéraux dans l'ajustement temporel.

Bien que nous n'ayons pas réalisé de comparaisons statistiques, les analyses graphiques et des données montrent que l'ajustement temporel chez l'enfant tout-venant est un peu plus précis que celui observé chez l'enfant ayant un TSA. Une étude a montré que les différences entre les groupes dans une tâche d'estimation temporelle pourraient être éliminées en ajoutant un indicateur de passage du temps (Williams et al., 2013). D'un point de vue clinique, cela semble pertinent à évaluer avec une procédure DRL. La capacité à attendre, même pour de courtes durées est plus difficile à développer chez les enfants ayant un plus faible niveau de fonctionnement. Cette compétence pourrait être travaillée explicitement en observant le niveau de base, puis en fixant des objectifs adaptés et en renforçant l'attente de courtes durées en augmentant graduellement les durées d'attente. Il est également possible d'avancer l'hypothèse selon laquelle l'apprentissage sans erreur semble préférable à l'apprentissage par essais et erreurs car ces enfants tendent à reproduire des patrons de réponses qui peuvent être non fonctionnels, ce qui est rarement observé chez les autres participants de l'étude, qui sont davantage enclins à modifier leurs réponses en l'absence de renforcement.

ANNEXE 1

CONFIRMATION DE SOUMISSION ARTICLE 2

ScholarOne Manuscripts™
Melissa Gaucher
Instructions & Forms
Help
Journal of the Experimental Analysis of Behavior
Home
Author
Review
Author Dashboard / Submission Confirmation
Submission Confirmation
Thank you for your revision
Submitted to Journal of the Experimental Analysis of Behavior
Manuscript ID JEAB-2018-0028.R1
Title Performance of children with autism spectrum disorders under a differential reinforcement of low-rates schedule
Authors Gaucher, Melissa
Forget, Jacques
Date Submitted 16-Aug-2018
Author

ANNEXE 2

GUIDE D'OBSERVATION DES COMPORTEMENTS COLLATÉRAUX

Guide d'observation des comportements collatéraux

Cette étude utilise des programmes de renforcement différentiel des débits lents (DRL) pour mesurer l'ajustement temporel d'enfants ayant un trouble du spectre de l'autisme et d'enfants au développement typique. Dans un programme DRL, une réponse n'est renforcée que si elle suit la réponse précédente d'un intervalle de temps minimal. Une réponse émise avant la fin de l'intervalle entraîne la remise à zéro du compteur et retarde ainsi l'obtention du renforçateur. Une régulation temporelle, soit une adaptation du comportement du sujet à la contrainte de temps, est donc requise pour l'obtention d'un stimulus de renforcement.

Les comportements collatéraux sont définis comme étant des comportements non renforcés par le programme de renforcement mis en place, mais qui émergent tout de même.

Dans la présente étude, le comportement renforcé (la réponse) par le programme DRL est l'appui sur le carré jaune apparaissant sur un écran tactile. L'apparition du carré jaune marque le début d'un essai. L'enfant doit alors attendre un certain délai avant d'appuyer sur ce carré pour obtenir un renforçateur. Les durées utilisées dans l'étude sont de 5 secondes et de 20 secondes (DRL5s et DRL20s). Les participants sont soumis à 7 séances dans chacune de ces deux conditions afin d'apprécier le processus d'ajustement temporel[13].

Dans la présente étude, les renforçateurs sont des séquences de 20 secondes de dessins animés, sélectionnés par les participants au début de chaque séance. Les séances prennent fin après l'obtention de 30 renforçateurs ou après 20 minutes. Puisque la réponse consiste à appuyer sur le carré jaune apparaissant sur l'écran tactile, tous les

[13] Les participants peuvent passer d'une condition à une autre plus rapidement si le critère d'ajustement temporel est atteint. Il faut alors 3 séances consécutives avec au moins 30% de réponses renforcées et un temps de réponse moyen supérieur à la valeur du DRL (5 secondes ou 20 secondes en fonction du programme en vigueur).

autres comportements observés au cours des essais sont donc considérés comme étant des conduites collatérales. Les comportements émis pendant les séquences de dessins animés sont donc exclus de cette définition.

Selon la Behavioral Theory of Timing (BeT), les comportements collatéraux pourraient permettre un meilleur ajustement aux programmes de renforcement à composante temporelle tels les programmes DRL. En effet, ces comportements collatéraux deviendraient des stimuli discriminatifs permettant de savoir à quel moment la probabilité d'obtention du renforçateur est optimale. Par ailleurs, certains comportements émis à la fin de l'intervalle interrenforcement (IIR) pourraient être accidentellement renforcés par le programme. Une attention particulière doit donc être portée sur les comportements émis en fin d'IIR. Ces comportements sont également appelés comportements terminaux.

Les séances sont enregistrées sur bandes vidéo afin de pouvoir observer les comportements de façon moléculaire. L'observation est réalisée par intervalles de 5 secondes. Il n'y a pas d'alternance entre des périodes d'observation et des périodes de notation puisque l'objectif est de repérer tous les comportements collatéraux émis par les participants au cours des séances. Les modalités d'observation et de complétion de la grille sont présentées ci-dessous, étape par étape et par colonne de la grille excel.

Section 1 : la grille de notation des comportements collatéraux

Chaque participant de l'étude a son propre fichier Excel pour l'observation des comportements collatéraux. Il est identifié par son code alphanumérique qui lui a été attribué pour assurer la confidentialité et l'anonymat des données recueillies. Dans ce fichier Excel, il y a un onglet pour la notation des comportements pour chaque séance (p.ex., 5-4) et un onglet « sommaire » (p.ex., 5-4 sommaire) pour la compilation des observations de cette séance (voir Figure 1). La compilation des données d'observation

dans l'onglet « sommaire » de la séance est présentée à la section 2 du présent document.

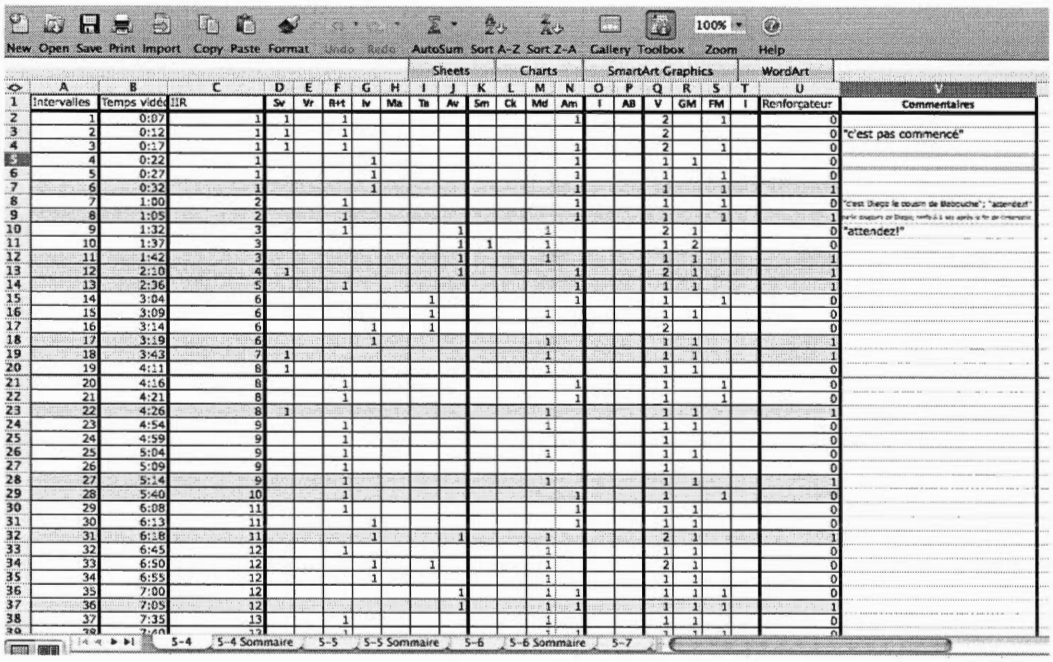


Figure 1. Grille de notation des comportements collatéraux.

Colonne A : les intervalles d'observation

Tel que mentionné précédemment, l'observation est réalisée par intervalles. Chaque intervalle est d'une durée de 5 secondes et il s'agit d'indiquer la présence des comportements observés au cours de ces intervalles dans la grille.

Il peut arriver que le renforçateur soit obtenu 1 ou 2 secondes après le début du nouvel intervalle. Lorsque le renforçateur est obtenu 3 secondes ou plus suivant le début de l'intervalle, cet intervalle doit être comptabilisé comme les autres. Toutefois, lorsque le renforçateur est obtenu 2 secondes ou moins après le début de l'intervalle, les comportements sont notés dans l'intervalle précédent.

Dans la colonne A, il faut indiquer le numéro de l'intervalle d'observation afin d'avoir une indication quant à la durée totale d'observation des comportements collatéraux

pour la séance. La case A2 contient toujours le chiffre 1 puisqu'il s'agit du premier intervalle, la case A3 contient le chiffre 2 et ainsi de suite jusqu'au dernier intervalle observé pour la séance.

Colonne B : le déroulement de la séance en secondes

Dans cette colonne, il s'agit d'indiquer le moment du début de l'intervalle observé. La case B2 doit donc contenir le moment où le carré jaune apparaît sur l'écran tactile. Dans l'exemple présenté à la Figure 1, le premier intervalle débute après 7 secondes de vidéo, il est donc indiqué 0:07 dans la case B2, 0:12 dans la case B3 et ainsi de suite. Les comportements ne sont pas observés pendant l'obtention de la séquence de dessins animés. Les observations reprennent dès que le carré jaune réapparaît sur l'écran tactile, marquant le début d'un nouvel essai.

Colonne C : les intervalles inter renforcement

L'IIR est indiqué dans cette colonne. Avant l'obtention de la première séquence de dessins animés, il s'agit de l'IIR 1. La première période suivant l'obtention du premier renforçateur est donc dans l'IIR 2. Cela permet d'avoir un repère supplémentaire car l'enfant peut obtenir un maximum de 30 renforçateurs au cours d'une séance.

Colonnes D à P : les comportements spécifiques

Les colonnes D à P correspondent aux codes associés aux comportements potentiellement observés au cours des intervalles de 5 secondes. Pour noter l'émission d'un comportement, un « 1 » doit être indiqué dans la cellule correspondant au moment de l'observation et au comportement observé. Plusieurs comportements peuvent être notés au cours d'un même intervalle. Par exemple, dans un intervalle de 5 secondes, un enfant peut courir, chanter et crier; les 3 codes correspondant à ces comportements seraient alors retenus et un « 1 » serait indiqué dans les cases appropriées.

Un même comportement ne doit être classé que dans une seule catégorie. Les cases D à J correspondent à des comportements vocaux, les cases K à N à des comportements moteurs et les cases O et P à d'autres comportements. Les définitions pour chaque catégorie de comportements sont présentées ci-dessous.

Comportements vocaux

Sv **Stéréotypies vocales et écholalie/palilalie** (colonne D)

Les stéréotypies vocales sont des comportements vocaux répétitifs, a priori invariants et non fonctionnels. Les sons avec oscillations qui se répètent, les intonations stéréotypées, les rires non fonctionnels sont catégorisés comme stéréotypies vocales. L'écholalie est définie comme étant une répétition des productions verbales émises par une autre personne. La répétition d'une partie de séquence de dessins animés constitue de l'écholalie. L'écholalie peut être immédiate ou différée. Lorsque l'écholalie est différée, on observe des phrases « toutes faites » répétées sur un ton particulier. La palilalie est définie comme étant une répétition non sollicitée des productions verbales de l'individu, comme une sorte de persévération impliquant les vocalisations. Elle est habituellement observée avec une intonation particulière, un ton de voix plus aigu, une accélération dans le rythme ou une diminution du volume. La palilalie est également incluse dans cette catégorie. Elle est définie comme étant une répétition non sollicitée des productions verbales de l'individu, comme une sorte de persévération impliquant les vocalisations. Elle est habituellement observée avec une intonation particulière, un ton de voix plus aigu, une accélération dans le rythme ou une diminution du volume.

VR **Comportement verbal « rythmique »** (colonne E)

Compter et chanter sont des comportements verbaux souvent notés dans les études sur l'ajustement temporel chez l'enfant (Darcheville et al., 1992;

Pouthas, 1981; Pouthas & Jacquet, 1983). Ils peuvent avoir une influence sur le contrôle temporel et sont notés ici.

R+t **Verbalisations sur le renforçateur et la tâche** (colonne F)

Sont notés dans cette catégorie tous les comportements verbaux portant sur une précédente séquence de dessins animés ne constituant pas de l'écholalie, et les verbalisations sur une future séquence si l'enfant connaît déjà la suite de l'épisode ou du film. Les demandes portant sur les séquences de dessins animés sont aussi notées ici. Lorsque le participant fait une remarque sur ce qu'il doit faire pour obtenir le renforçateur, lorsqu'il discute des difficultés qu'il rencontre avec l'ordinateur ou le carré jaune et lorsqu'il mentionne ce qu'il croit qu'il doit faire (même si cela n'est pas en lien avec la composante temporelle ou même l'appui sur l'écran) pour réussir à faire démarrer la séquence de dessins animés, le comportement verbal est noté dans cette catégorie. Les autorègles, qui sont des règles que la personne se donne, ou s'impose à partir des contingences de renforcement en vigueur (p.ex., « je dois d'abord aller toucher le tableau, puis revenir appuyer sur l'écran », ou « je dois attendre parce que le film n'est pas prêt ») doivent être notées dans la section Commentaires (colonne V).

Lorsque le participant interagit verbalement avec l'expérimentatrice sur un sujet ne portant pas sur la tâche ou sur le renforçateur, il est noté Intraverbal, Mand ou Tact selon sa fonction.

Iv **Intraverbal** (colonne G)

Comportement verbal qui implique une généralisation du stimulus ou de la réponse. La conversation fait partie de cette catégorie. Il peut s'agir de règles verbales sur la conduite à adopter dans l'environnement d'expérimentation

(p.ex., « je dois rester assis », « c'est important de parler doucement pour ne pas déranger ») sauf si elles sont répétées textuellement (auquel cas cela sera noté SV), de discussions sur les activités appréciées, sur les amis, par exemple. La réponse à une question est généralement considérée comme un intraverbal.

Ma **Mand** (colonne H)

Comportement verbal qui consiste à faire des demandes, des directives, des ordres et des questions. Les demandes ou les requêtes entrent donc dans cette catégorie (p.ex., « toilette », « est-ce que je peux avoir un bonbon ? »), sauf lorsqu'ils portent sur la tâche ou le renforçateur, ils sont alors cotés R+t. Les mands peuvent également être des comportements non vocaux (p.ex., en pointant, en prenant la main pour diriger l'adulte vers l'objet).

Ta **Tact** (colonne I)

Comportement verbal qui désigne la dénomination de mots lors de la présentation d'un stimulus discriminatif naturel dans le sens où il est un élément concret comme un objet, une image, un son. Il peut s'agir de la dénomination d'objets à la vue du participant (p.ex., « ordinateur », « oiseau »), ou d'activités ou événements observés (p.ex., « ils courent », « sauter », « Amélie crie », « Rachid fait une colère »).

Av **Comportements vocaux étrangers** (colonne J)

Cette catégorie inclut tous les comportements vocaux et verbaux exclus des autres catégories présentées ci-dessus. Sont inclus par exemple, les cris, les sons ne correspondant pas à des stéréotypies vocales, les onomatopées, la toux, les pleurs, les verbalisations inintelligibles.

Comportements moteurs

Sm **Stéréotypies motrices et autostimulation sensorielle** (colonne K)

Les stéréotypies motrices sont des patrons moteurs répétitifs et non fonctionnels. Il peut s'agir de comportements moteurs fins ou globaux, et impliquant la manipulation d'objets ou du corps. Sont généralement considérés comme stéréotypies motrices les battements des mains, les balancements du haut du corps, les mouvements rapides des doigts, certains mouvements faciaux stéréotypés, la contraction des muscles du visage, le regard du coin extrême des yeux, le roulement des yeux, bouger la tête d'un côté et de l'autre, balancer la tête d'avant en arrière, bouger rapidement les doigts devant les yeux, se tenir dans une position contorsionnée, marcher sur la pointe des pieds, mettre les mains sur les oreilles en émettant des sons (noter ici Sv et Sm), faire tourner des objets dont la fonction n'est pas habituellement celle-ci (p.ex., crayon, cube, cuillère), faire tomber des objets de façon répétitive, agiter un objet devant les yeux (p.ex., ficelle, pages d'un livre), mettre des objets ou vêtements ou des parties du corps dans la bouche. L'échopraxie, une action motrice mimique, soit de l'expérimentateur ou d'un personnage du dessin animé précédemment obtenu, est également notée Sm.

Ck **Appui sur une « clé collatérale »** (colonne L)

Sont définis comme « clé collatérale » les touches au bas de l'écran tactile puisqu'elles n'ont pas de conséquence sur le programme. Lorsque l'enfant éteint, allume l'écran, augmente ou diminue le volume, ou modifie la luminosité de l'écran en appuyant sur ces touches, le comportement est noté Ck.

Md **Comportement moteur avec déplacement** (colonne M)

Cette catégorie inclut les comportements impliquant des déplacements dans la pièce, donc obligatoirement de la motricité globale. Les comportements notés MD ne doivent correspondre à aucune autre catégorie car elle est plus globale (p.ex., si un enfant marche sur la pointe des pieds, le comportement est noté SM, même s'il y a déplacement).

Am **Autres comportements moteurs** (colonne N)

Sont notés ici tous les comportements moteurs non inclus dans les précédentes catégories : comportements moteurs fins, comportements dirigés vers soi, changements posturaux, manipulation du matériel expérimental (câbles, écran, ordinateur, caméra). Les appuis sur les touches au bas de l'écran tactile sont notés Ck.

Autres comportements

I **Inactivité** (colonne O)

Lorsqu'aucun comportement observable n'est remarqué au cours des 5 secondes d'observation, cette notation doit être indiquée.

Ab **Absence de la pièce** (colonne P)

Il peut arriver que l'enfant sorte de la pièce où a lieu l'expérimentation. Les comportements ne peuvent alors pas être observés. Cette notation doit alors être indiquée.

<u>Colonnes Q à T : la classification globale</u>

Cette section vise la catégorisation plus molaire des comportements observés. Tous les comportements sont regroupés en 4 catégories : comportement vocal, comportement

moteur global, comportement moteur fin, et inactivité. Ces catégories de comportements collatéraux sont similaires à celles utilisées par Pouthas (1981).

V **Comportement vocal** (colonne Q)

Tous les comportements notés aux colonnes D à J pour un intervalle doivent être notés dans cette colonne. S'il y a plus d'un comportement vocal pour un intervalle, ils sont additionnés et le nombre total de comportements vocaux pour cet intervalle est indiqué dans la case appropriée.

Gm **Comportement moteur global** (colonne R)

Sont définis comme comportements moteurs globaux, les comportements impliquant l'activité d'un groupe de muscles. Les comportements incluant presque exclusivement l'utilisation des mains ne sont pas compilés ici. Les comportements notés Md dans la catégorisation spécifique sont obligatoirement notés ici dans la catégorisation globale. Si plus d'un comportement moteur global est observé au cours d'un intervalle. Par exemple, l'enfant se lève et court (Md), et fait ensuite des mouvements répétitifs des bras (Sm), ils sont additionnés (2) et notés dans la case appropriée.

Fm **Comportement moteur fin** (colonne S)

Sont définis comme comportements moteurs fins, les comportements impliquant l'activité d'un muscle ou d'un petit groupe de muscles ou impliquant l'usage des mains seulement (p.ex., faire des mouvements des doigts, tapoter sur la table). Les comportements spécifiques notés Ck sont obligatoirement répertoriés ici pour la catégorisation globale des comportements collatéraux.

I **Inactivité** (colonne T)

Les comportements notés I dans la catégorisation spécifique sont notés ici pour la catégorisation globale. Il est à noter que les comportements notés Ab ne sont pas comptabilisés dans la section des comportements globaux.

Colonne U : la notation des renforçateurs

Dans cette colonne, il s'agit d'indiquer si le renforçateur est obtenu au cours de l'intervalle. Il est à rappeler que l'intervalle doit être d'une durée minimale de 3 secondes pour être considéré comme tel, sans quoi les comportements observés (et l'obtention du renforçateur) sont notés dans l'intervalle précédent. Si le renforçateur n'est pas obtenu, un **0** est indiqué pour l'intervalle dans la colonne U et s'il est obtenu, un **1** est noté. Lorsque le renforçateur est obtenu pour un intervalle donné, la *ligne est surlignée en jaune* (voir Figure 1) pour permettre un repère supplémentaire. Les comportements émis au cours de ce dernier intervalle correspondent aux *comportements terminaux* qui feront l'objet d'une analyse subséquente. Cela implique également que le prochain intervalle observé correspond à un nouvel IIR à noter dans la colonne C.

Colonne V : la section commentaires

Cette section permet d'indiquer plus de précision, ou des spécifications sur les comportements émis. Les comportements verbaux portant sur la tâche sont spécifiés ici.

Section 2 : la compilation des observations de la séance

Cette section vise à faciliter l'interprétation des observations réalisées et la comparaison des observations d'une séance à l'autre. Chaque séance comporte un onglet « sommaire » dans le fichier Excel. L'observateur doit compléter les cases de cet onglet en fonction des observations notées dans l'onglet principal de la séance. Cet

onglet est divisé en 2 sections : la première porte sur le sommaire de tous les comportements collatéraux observés et la seconde, sur les comportements terminaux.

2.1. Compilation des comportements collatéraux

Colonne A : les renforçateurs obtenus

Dans cette section, les observations sont compilées en fonction de chaque IIR. La colonne A permet simplement d'indiquer le nombre de renforçateurs obtenus et de structurer l'entrée de données en fonction de chaque IIR. La Figure 2 permet d'illustrer cette entrée de données. La case A2 contient donc toujours le chiffre 1, la case A3 contient toujours le chiffre 2 et ainsi de suite, jusqu'au nombre de renforçateurs obtenus par le participant au cours de la séance. Dans l'exemple présenté ci-dessous, le participant a obtenu 27 renforçateurs pour la séance 5-4.

Colonne B : le repère vidéo

Il s'agit ici de noter le moment du début du premier intervalle d'observation de l'IIR correspondant. Par exemple, si l'observation débute après 7 secondes de vidéos, il faut indiquer 0:07 dans la case B2 qui correspond au premier IIR. Dans l'exemple présenté à la Figure 1, le deuxième IIR débute à 1:00, il faut donc indiquer cette valeur temps à la case B3 de l'onglet « sommaire » de la séance (voir Figure 2).

Colonne C : le nombre d'intervalles d'observation

Cette colonne permet d'avoir un suivi sur le nombre d'intervalles de 5 secondes observés pour chaque IIR. Dans l'exemple présenté dans la Figure 1, 6 intervalles ont été observés avant l'obtention du renforçateur. La case C2 de l'onglet « sommaire » de la séance contient donc le chiffre 6. Pour l'obtention du deuxième renforçateur, il y a eu 2 intervalles observés. La case C3 contient donc le chiffre 2.

								Sheets			Charts			SmartArt Graphics							Wo
◇	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Renforçateu	Temps vidé	Nbr d'intervalles	Sv	Vr	R+t	Iv	Ma	Ta	Av	Sm	Ck	Md	Am	I	AB	V	GM	FM	I	
2	1	0:07	6	3		3	3							5			9	1	4		
3	2	1:00	2			2								2			2		2		
4	3	1:32	3			1				3	1		3				4	4			
5	4	2:10	1	1						1				1			2	1			
6	5	2:36	1			1								1			1	1			
7	6	3:04	4				2		3				2	1			5	2	1		
8	7	3:43	1	1									1				1	1			
9	8	4:11	4	2		2							2	2			4	2	2		
10	9	4:54	5			5							3				5	3			
11	10	5:40	1			1								1			1		1		
12	11	6:08	3			1	2			1			1	2			4	3			
13	12	6:45	5			1	2		1	2			5	2			6	5	2		
14	13	7:35	7			3				4			6	2			7	6	2		
15	14	8:31	2	1		2								2			3		2		
16	15	9:05	9			3	1		2	3			7	1			9	8			
17	16	10:13	2			2							1	1			2	1	1		
18	17	10:45	6			2			3	1			3	3			6	5	1		
19	18	11:37	2			2							1	1			2	2			
20	19	12:07	14				10	1	2	1			8	6			14	11	3		
21	20	13:41	5			1	2			2			4	1			5	5			
22	21	14:27	1	1									1				1	1			
23	22	14:54	3	1		1			2				3				4	3			
24	23	15:30	2			2						1	1	1			2	1	2		
25	24	16:02	8			2	2		1	1			7	1			6	8			
26	25	17:03	2			2							2				2	2			
27	26	17:36	6			1	4		2				5				7	5			
28	27	18:30	34			1	25	1	2	4			18	9			33	25	2		
29																					
30																					
31																					
32	27		139	10	0	41	53	2	18	23	1	1	84	45	0	0	147	106	25	0	
33																					

Figure 2. Grille de compilation des comportements collatéraux.

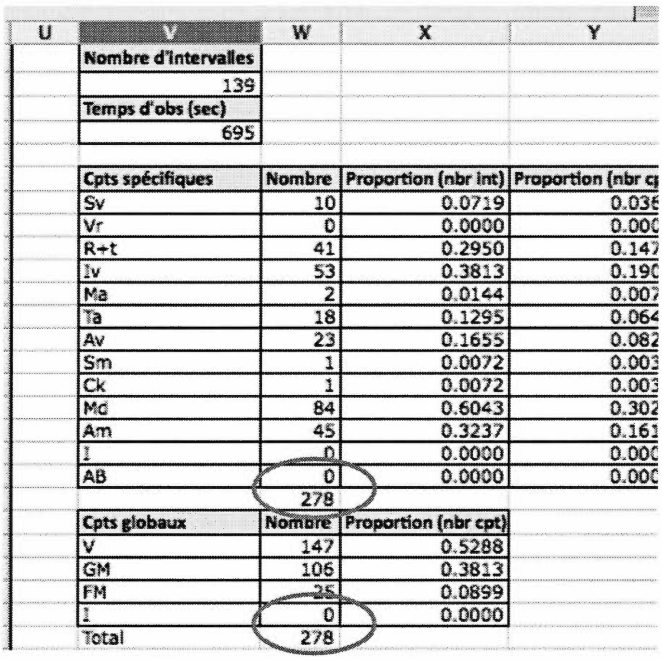
Colonnes D à P : la compilation des comportements spécifiques observés

Il s'agit dans ces colonnes d'additionner le nombre de chaque comportement spécifique observé pour un IIR donné. Dans l'exemple présenté à la Figure 1, le participant a émis des stéréotypies vocales au cours de 3 intervalles, a parlé de la tâche ou du renforçateur au cours de 3 intervalles, a émis des « intraverbal » au cours de 3 intervalles et des comportements moteurs autres au cours de 5 intervalles. Il faut donc indiquer 3 à la case D2 de l'onglet « sommaire » de la séance (correspondant à Sv), 3 à la case F2 (correspondant à R+t), 3 à la case G2 (correspondant à Iv) et 5 à la case N2 correspondant à Am. Cela doit être fait pour chaque IIR.

Colonnes K à N : la compilation des comportements globaux observés

Il s'agit ici de réaliser le même travail que pour les colonnes D à P, mais avec les comportements globaux. Afin d'éviter de faire des erreurs de calcul, il est important de

vérifier que les totaux pour les comportements spécifiques et pour les comportements globaux sont les mêmes après l'entrée de données pour chaque IIR (sauf si des absences de la pièce ont été notées dans les comportements spécifiques car cela n'est pas noté dans les comportements globaux). Ces totaux se trouvent aux cases W20 et W26 (Figure 3) et se calculent automatiquement suite à l'entrée de données aux colonnes D à N de l'onglet « sommaire » de la séance.



U	V	W	X	Y
	Nombre d'intervalles			
	139			
	Temps d'obs (sec)			
	695			
	Cpts spécifiques	Nombre	Proportion (nbr int)	Proportion (nbr cp
	Sv	10	0.0719	0.036
	Vr	0	0.0000	0.000
	R+t	41	0.2950	0.147
	Iv	53	0.3813	0.190
	Ma	2	0.0144	0.007
	Ta	18	0.1295	0.064
	Av	23	0.1655	0.082
	Sm	1	0.0072	0.003
	Ck	1	0.0072	0.003
	Md	84	0.6043	0.302
	Am	45	0.3237	0.161
	I	0	0.0000	0.000
	AB	0	0.0000	0.000
		278		
	Cpts globaux	Nombre	Proportion (nbr cpt)	
	V	147	0.5288	
	GM	106	0.3813	
	FM	25	0.0899	
	I	0	0.0000	
	Total	278		

Figure 3. Totaux des comportements collatéraux spécifiques et globaux

2.2. Compilation des comportements terminaux

L'entrée de données dans cette section est identique à celle de la section sur les comportements collatéraux, sauf qu'il s'agit d'entrer uniquement les données surlignées en jaune dans l'onglet principal (voir Figure 1). Les spécificités de l'entrée de données sur les comportements terminaux sont présentées ci-dessous.

Colonne A : les renforçateurs obtenus

Les données de cette colonne sont exactement les mêmes que celles entrées pour les comportements collatéraux (voir section 2.1). Il est donc possible de copier les données des cases A2 à A31 aux cases A38 à A67 (voir Figure 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
36	**Comportements terminaux**																			
37	Renforçateu	Temps vidéo	Nbr d'intervalles	Sv	Vr	R+t	Iv	Ma	Ta	Av	Sm	Ck	Md	Am	I	AB	V	GM	FM	I
38	1	0:32	6				1							1			1		1	
39	2	1:05	2			1								1			1		1	
40	3	1:42	3							1			1				1	1		
41	4	2:10	1	1						1				1			2	1		
42	5	2:36	1			1								1			1	1		
43	6	3:19	4				1						1				1	1		
44	7	3:43	1	1									1				1	1		
45	8	4:26	4	1									1				1	1		
46	9	5:14	5			1							1				1	1		
47	10	5:40	1			1								1			1		1	
48	11	6:18	3				1			1			1				2	1		
49	12	7:05	5							1			1	1			1	1	1	
50	13	8:05	7							1			1				1	1		
51	14	8:36	2			1								1			1		1	
52	15	9:45	9							1			1				1	1		
53	16	10:18	2			1							1				1	1		
54	17	11:10	6										1					1		
55	18	11:42	2			1							1				1	1		
56	19	13:12	14				1						1				1	1		
57	20	15:01	5			1							1				1	1		
58	21	14:27	1	1									1				1	1		
59	22	15:04	3			1							1				1	1		
60	23	15:35	2			1						1					1		1	
61	24	16:37	8				1						1				1	1		
62	25	17:08	2			1							1				1	1		
63	26	18:01	6						1				1				1	1		
64	27	21:15	34				1						1				1	1		
65																				
66																				
67																				
68	27		139	4	0	11	6	0	1	6	0	1	20	7	0	0	28	22	6	0

Figure 4. Grille de compilation des comportements terminaux.

Colonne B : le repère vidéo

Cette colonne doit permettre de connaître le début de l'intervalle terminal pour un IIR donné. Il s'agit donc d'indiquer le moment du début de l'intervalle surligné en jaune dans l'onglet principal d'entrée de données. Dans l'exemple de la Figure 1, le premier IIR débute à 0:07 et le dernier intervalle observé débute à 0:32; il faut donc indiquer 0:32 à la case B38 de l'onglet « sommaire » de la séance.

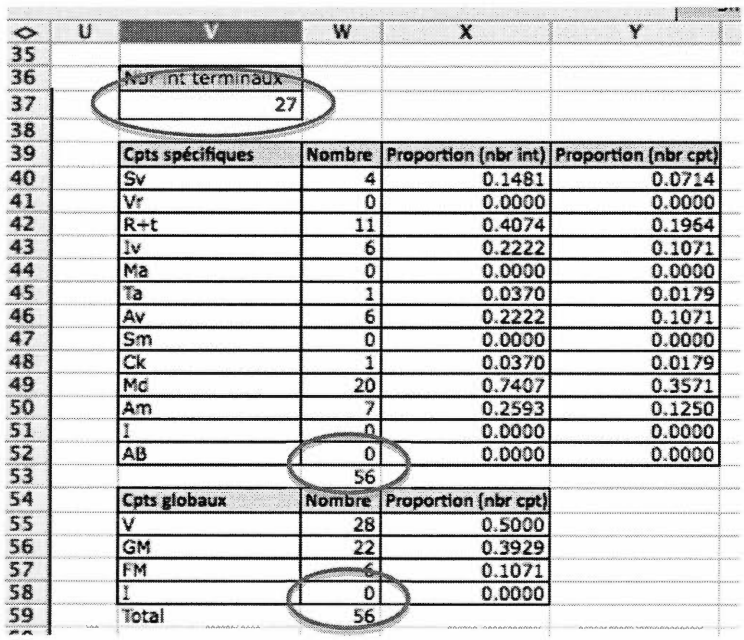
Colonne C : le nombre d'intervalles d'observation

Les données de cette colonne sont exactement les mêmes que celles entrées pour les comportements collatéraux. Il est donc possible de copier les données des cases C2 à C31 aux cases C38 à C67.

Colonnes D à T : la compilation des comportements terminaux observés

Les données à entrer dans ces colonnes sont les données surlignées en jaune dans l'onglet principal d'entrée de données qui correspondent aux intervalles terminaux. Tout comme pour l'entrée de données des comportements collatéraux, il est important de vérifier que les totaux pour les comportements spécifiques et pour les comportements globaux sont les mêmes après l'entrée de données pour chaque IIR (sauf si des absences de la pièces ont été notées dans les comportements spécifiques car cela n'est pas noté dans les comportements globaux). Ces totaux se trouvent aux cases W53 et W59 (voir Figure 5) et se calculent automatiquement suite à l'entrée de données aux colonnes D à T de l'onglet « sommaire » de la séance.

Et finalement, il est important de s'assurer que la case V37 de l'onglet « sommaire » de la séance (voir Figure 5) contient bien le nombre de renforçateurs obtenus par le participant au cours de la séance car des statistiques sont automatiquement réalisées en fonction de cette valeur.



	U	V	W	X	Y
35					
36		Nbr int terminaux			
37		27			
38					
39		Cpts spécifiques	Nombre	Proportion (nbr int)	Proportion (nbr cpt)
40		Sv	4	0.1481	0.0714
41		Vr	0	0.0000	0.0000
42		R+t	11	0.4074	0.1964
43		Iv	6	0.2222	0.1071
44		Ma	0	0.0000	0.0000
45		Ta	1	0.0370	0.0179
46		Av	6	0.2222	0.1071
47		Sm	0	0.0000	0.0000
48		Ck	1	0.0370	0.0179
49		Mc	20	0.7407	0.3571
50		Am	7	0.2593	0.1250
51		I	0	0.0000	0.0000
52		AB	0	0.0000	0.0000
53			56		
54		Cpts globaux	Nombre	Proportion (nbr cpt)	
55		V	28	0.5000	
56		GM	22	0.3929	
57		FM	6	0.1071	
58		I	0	0.0000	
59		Total	56		

Figure 5. Totaux des comportements terminaux spécifiques et globaux

Bibliographie

Attwood, T. (2007). *The complete guide to Asperger's syndrome*. London: Jessica Kingsley Publishers.

Bizo, L., White, G. (1994). The behavioral theory of timing. Reinforcer rate determines pacemaker rate. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 621*, 19-33.

Donais, S. (1996). *La sensibilité des enfants autistes aux sources d'attention sociale observées dans leur milieu familial*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal.

Forget, J. (2012). *Dictionnaire des sciences du comportement*. Montréal: Université du Québec à Montréal.

Lejeune, H., & Macar, F. (1994). Régulations temporelles. In M. Richelle, J. Requin & M. Robert (Eds.), *Traité de psychologie expérimentale* (pp. 859-923). Paris: Presses Universtaires de France.

Lowe, C. F. (1979). Determinants of human operant behaviour. In M. D. Zeiler & P. Harzem (Eds.), *Reinforcement and the organization of behaviour*. Chichester and New York: Wiley.

Lowe, C. F., Beasty, A., & Bentall, R. P. (1983). The role of verbal behavior in human learning : Infant performance on fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 39*(1), 157-164.

Pouthas, V. (1981). Adaptation à la durée chez l'enfant de 2 à 5 ans. *L'année psychologique, 81*, 33-50.

Pouthas, V. (1985). Timing behavior in young children: A developmental approach to conditioned spaced. In J. Michon & J. Jackson (Eds.), *Time, mind and behavior* (pp. 100-109). Berlin: Springer-Verlag.

Rivard, M. (2011). *Progression des comportements sociaux et verbaux et effets de la sensibilité sociale chez des enfants ayant un trouble du spectre de l'autisme inscrits à un programme d'intervention comportementale et précoce*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal.

Skinner, B.F. (1957). *Verbal Behavior*. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall.

Stein, N., & Landis, R. (1978). Effects of age and collateral behavior on temporally discriminated performance of children. *Perceptual and Motor Skills, 47*, 87-94.

APPENDICE A

CERTIFICAT ÉTHIQUE DE L'UQAM

UQÀM
Université du Québec à Montréal

CIEREH
Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains

No. 099839

Le Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM a examiné le projet de recherche suivant :

Responsable(s) du projet : Mélissa Gaucher
Unité(s) : Département de psychologie
Directeur de recherche: Jacques Forget (département de psychologie)
Titre du projet : *«La sensibilité aux programmes de renforcement différentiel des débits lents en fonction du niveau de langage chez les enfants ayant un trouble envahissant du développement».*

Ce protocole de recherche est jugé conforme aux pratiques habituelles et répond aux normes établies par le Cadre normatif pour l'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM (1999) et l'Énoncé de politique des trois Conseils : Éthique de la recherche avec des êtres humains (1998).

Le présent certificat est valide jusqu'au 4 mai 2011.
Rapport du statut du projet (renouvellement du certificat ou de fin de projet) attendu pour le: 4 avril 2011.
(http://www.recherche.uqam.ca/ethique/humains-suivi-continu.htm)

Membres du Comité

Membres	Fonction/Discipline	Département ou organisme externe
Marc Bélanger	Ph.D. (sciences neurologiques)	Kinanthropologie
René Binette	Représentant du public	Écomusée du fier monde
Louise Cossette	Ph.D (psychologie)	Psychologie
Andrée De Serres	PH.D (administration)	Stratégie, responsabilité sociale et environnementale
Joseph Josy Lévy	Ph.D. (anthropologie)	Sexologie
Francine M Mayer	Ph.D. (anthropologie biologique)	Sciences biologiques
Christian Saint-Germain	Ph.D. (théologie)	Philosophie

Date de la réunion : 15 janvier 2010
Date d'émission initiale du certificat : 4 mai 2010
Date(s) de renouvellement du certificat :

R-1 :	R-2 :	R-3 :	R-4 :	R-5 :

Remarque :

Joseph Josy Lévy, Ph.D., Président

APPENDICE B

LETTRE D'INFORMATION ET FORMULAIRES DE CONSENTEMENT PARENTAL POUR LE QUÉBEC ET LA FRANCE

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG **Projet de recherche sur la sensibilité au temps** UQÀM

Présentation de la recherche
L'ajustement au temps fait partie des déficits inférés chez les personnes ayant un trouble envahissant du développement. Ce déficit d'ajustement temporel peut par exemple s'illustrer par la difficulté d'attendre lors d'un jeu. Si l'enfant empêche son camarade de jouer, il devra attendre son tour d'autant plus longtemps car son camarade risque de faire des erreurs et de devoir recommencer. À l'inverse, s'il attend trop longtemps, l'enfant perdra la chance de jouer. Alors que les interventions existantes incluent fréquemment une structure temporelle (Ex., horaires visuels, minuteries) pour pallier ces déficits, les différences individuelles sont peu considérées pour l'adaptation de ces interventions. Les études effectuées jusqu'à présent concernant l'ajustement au temps n'ont observé que les comportements d'enfants sans trouble envahissant du développement. Elles ont souvent conclu que le langage avait une influence sur la sensibilité au temps. Comme le langage est souvent déficitaire chez les enfants ayant un trouble envahissant du développement, il nous semble pertinent d'évaluer l'ajustement au temps chez ces enfants. Les résultats pourraient, dans les années à venir, guider les professionnels dans leurs choix d'intervention, en fonction des différences individuelles observées.

Objectifs de la recherche
- Observer l'ajustement au temps chez les enfants ayant un trouble envahissant du développement en lien avec le niveau de langage et le développement cognitif.
- Observer les comportements des enfants lorsqu'ils sont à l'ordinateur afin de savoir si ceux-ci varient en fonction du langage, du développement cognitif et de l'ajustement au temps.
- Comparer les résultats avec ceux d'enfants sans trouble envahissant du développement.

Implication
Un enfant participant à l'étude devra faire une évaluation du langage réceptif (ce qu'il comprend) et une évaluation cognitive (permettant de le situer dans les différents aspects du raisonnement, de la perception visuelle, de la mémoire).
Une fois l'évaluation complétée, l'évaluation de la sensibilité au temps est mesurée à l'aide de tâches interactives à l'ordinateur d'une durée maximale de 20 minutes, présentées sous forme de petit jeu à l'enfant. L'enfant alterne entre une tâche d'ajustement au temps avec un écran tactile et des séquences de dessins animés choisis selon ses préférences. Ses comportements au cours de la tâche à l'ordinateur sont filmés pour étudier précisément leur lien avec l'ajustement au temps avec l'avancée des séances. Les tâches à l'ordinateur seront répétées au plus 14 fois pour assurer la validité des résultats et faciliter l'observation des effets d'apprentissage, pouvant ainsi permettre l'adaptation des interventions futures.

Bénéfices de la participation à la recherche
Suite à leur participation à la recherche, les enfants obtiennent un jeu à visée éducative.
L'avantage pour les parents et les personnes qui s'occupent de l'enfant est d'avoir une évaluation du développement langagier et cognitif réalisée par une psychologue, permettant ainsi de savoir où l'enfant se situe pour éventuellement adapter l'intervention. Les observations réalisées au cours des tâches sont également présentées aux parents qui le souhaitent, pouvant permettre une meilleure compréhension des comportements des enfants participant à l'étude.

Pour toutes questions sur la recherche, n'hésitez pas à contacter la chercheure principale.

Chercheur : Mélissa Gaucher 06 66 84 13 10 gaucher.melissa@courrier.uqam.ca
Superviseur : Pr Céline Clément celine.clement@unistra.fr
Directeur de recherche : Pr Jacques Forget forget.jacques@uqam.ca

Chers parents,

La présente vise à vous informer d'un projet de recherche qui se tiendra dans l'établissement fréquenté par votre enfant au cours de l'année ____. Je vous invite donc à prendre connaissance du projet afin d'envisager la possibilité de la participation de votre enfant. Cette étude débutera en _____ et sera complétée au mois de _____. La contribution demandée pour le projet de la part des différents intervenants travaillant avec votre enfant reste minime. Quelques questions pourront vous être posées afin de nous aider à compléter les évaluations. Les participants du projet, seront évalués selon deux tests standardisés totalisant environ une heure. Ces évaluations auront lieu _____ selon l'horaire de votre enfant. La suite de l'étude consiste en des séances d'activités réalisées à l'établissement d'une durée d'environ 20 à 30 minutes. Les séances d'expérimentation s'étendront en tout sur une période de onze à quinze jours et totalisent environ 6 heures. Ces observations auront lieu durant les périodes d'intervention régulières de votre enfant si le milieu le permet. Une entrevue vous sera offerte afin de vous communiquer nos conclusions par rapport aux évaluations réalisées lors du projet. Cette étude se tient dans le cadre d'une thèse doctorale à l'Université du Québec à Montréal sous la supervision du professeur Jacques Forget (D.Ps). Ce projet pourrait permettre de déterminer les caractéristiques des enfants s'ajustant aux contraintes temporelles de l'environnement et d'augmenter notre compréhension sur la façon d'individualiser l'intervention auprès des enfants pour en augmenter la réussite.

Je me rends disponible en tout temps pour répondre à vos questions ou pour toutes informations supplémentaires concernant mon projet. À cette lettre suit un formulaire de consentement que vous devez retourner dans le cahier de communication de votre enfant.

En vous remerciant infiniment,

Bien cordialement,

Mélissa Gaucher
Doctorante en psychologie
Laboratoire des Sciences Appliquées du Comportement
Département de psychologie, Université du Québec à Montréal
(514) 572-8460 (Québec) ou 06 14 69 89 08 (France)
gaucher.melissa@courrier.uqam.ca

Jacques Forget
Professeur au département de Psychologie
Laboratoire des Sciences Appliquées du Comportement, Université du Québec à Montréal
(514) 987-3000 # 7776
forget.jacques@uqam.ca

UQÀM

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT (sujet mineur)

Titre du projet :

« La sensibilité aux programmes de renforcement différentiels des débits lents en fonction du niveau de langage chez les enfants ayant un trouble envahissant du développement »

IDENTIFICATION

Responsable du projet : Mélissa Gaucher
Programme d'enseignement : Doctorat en psychologie
Adresse courriel : gaucher.melissa@courrier.uqam.ca
Téléphone : 514.572.8460

BUT GÉNÉRAL DU PROJET ET DIRECTION

Votre enfant est invité à prendre part à ce projet visant à déterminer les caractéristiques des enfants s'ajustant aux contraintes temporelles de l'environnement et d'augmenter notre compréhension sur la façon d'individualiser l'intervention auprès des enfants pour ainsi en augmenter la réussite. Ce projet de recherche est réalisé dans le cadre d'une thèse de doctorat sous la direction de Jacques Forget, professeur du département de psychologie de la Faculté des sciences humaines. Il peut être joint au (514) 987-3000 poste 7776 ou par courriel à l'adresse : forget.jacques@uqam.ca.

La direction de l'établissement fréquenté par votre enfant, a également donné leur accord à ce projet.

La contribution de votre enfant favorisera l'avancement des connaissances dans le domaine de l'ajustement temporel et de l'intervention pour une clientèle d'enfants ayant un trouble envahissant du développement.

PROCÉDURE(S)

Avec votre autorisation, votre enfant sera invité à répondre à des questions visant à évaluer son développement langagier et cognitif. Ces évaluations seront réalisées avant la mise en place du projet à l'établissement fréquenté par votre enfant. Ces évaluations sont réalisées sur deux périodes

afin de maintenir l'attention et l'intérêt de votre enfant. Elles totalisent une durée d'environ 45 à 80 minutes.

AVANTAGES ET RISQUES D'INCONFORT

Il n'y a pas de risque associé à la participation de votre enfant à ce projet. Les activités proposées à votre enfant sont similaires à celles qu'il pourrait rencontrer dans une journée en classe, mais en situation seul avec l'examinateur. Néanmoins, soyez assuré que le responsable du projet demeurera attentif à toute manifestation d'inconfort chez votre enfant durant sa participation. Lors de l'évaluation, des pauses lui seront octroyées si votre enfant en manifeste le besoin et si un inconfort est perçu par l'examinateur, l'évaluation prendra fin.

ANONYMAT ET CONFIDENTIALITÉ

Il est entendu que les renseignements recueillis auprès de votre enfant sont confidentiels et que seuls, le responsable du projet et son directeur de recherche, auront accès au contenu de sa transcription. L'ensemble du matériel de recherche sera conservé sous clé par le chercheur responsable pour la durée totale du projet. Les protocoles de tests ainsi que les formulaires de consentement seront détruits 2 ans après les dernières publications.

PARTICIPATION VOLONTAIRE

La participation de votre enfant à ce projet est volontaire. Cela signifie que même si vous consentez aujourd'hui à ce que votre enfant participe à cette recherche, il demeure entièrement libre de ne pas participer ou de mettre fin à sa participation en tout temps sans justification ni pénalité. Vous pouvez également retirer votre enfant du projet en tout temps.

Votre accord à participer implique également que vous acceptez que le responsable du projet puisse utiliser aux fins de la présente recherche (articles, conférences et communications scientifiques) les renseignements recueillis à la condition qu'aucune information permettant d'identifier votre enfant ne soit divulguée publiquement à moins d'un consentement explicite de votre part et de l'accord de votre enfant.

COMPENSATION

Votre enfant ne sera pas compensé directement suite aux évaluations. Un résumé des résultats de l'évaluation vous sera transmis au terme du projet si vous le désirez.

DES QUESTIONS SUR LE PROJET OU SUR VOS DROITS?

Vous pouvez contacter le responsable pour des questions additionnelles sur le déroulement du projet. Vous pouvez également discuter avec le directeur de recherche des conditions dans lesquelles se déroulera la participation de votre enfant et de ses droits en tant que participant de recherche.

Le projet auquel vous allez participer a été approuvé au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains. Pour toute question ne pouvant être adressée au directeur de recherche ou pour formuler une plainte ou des commentaires, vous pouvez contacter le Président du Comité institutionnel d'éthique de la recherche, Joseph Josy Lévy, au numéro (514) 987-3000 # 4483. Il peut être également joint au secrétariat du Comité au numéro (514) 987-3000 # 7753.

REMERCIEMENTS

Votre collaboration et celle de votre enfant sont essentielles à la réalisation de ce projet et nous tenons à vous en remercier.

AUTORISATION PARENTALE

En tant que parent ou tuteur légal de , je reconnais avoir lu le présent formulaire de consentement et consens volontairement à ce que mon enfant participe à ce projet de recherche. Je reconnais aussi que le responsable du projet a répondu à mes questions de manière satisfaisante, et que j'ai disposé suffisamment de temps pour discuter avec mon enfant de la nature et des implications de sa participation. Je comprends que sa participation à cette recherche est totalement volontaire et qu'il peut y mettre fin en tout temps, sans pénalité d'aucune forme, ni justification à donner. Il lui suffit d'en informer un membre de l'équipe. Je peux également décider, pour des motifs que je n'ai pas à justifier, de retirer mon enfant du projet.

J'autorise mon enfant à réaliser les évaluations sur le plan langagier et cognitif **OUI** **NON**

J'autorise que mon enfant soit filmé au cours de la tâche: **OUI** **NON**

Signature du parent : **Date :**

Nom (lettres moulées) et coordonnées :

Signature du responsable du projet :

Date :

Veuillez conserver le premier exemplaire de ce formulaire de consentement pour communication éventuelle avec l'équipe de recherche et remettre le second à l'équipe de recherche.

UQÀM
Université du Québec à Montréal

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Titre du projet de recherche

La sensibilité aux programmes de renforcement différentiels des débits lents en fonction du niveau de langage chez les enfants ayant un trouble envahissant du développement et les enfants tout-venant

Description de la recherche et objectifs

Des différences individuelles notoires sont identifiées chez les enfants atteints d'un trouble envahissant du développement (TED). La présente étude vise à explorer la sensibilité des enfants ayant un TED à la composante temporelle de leur environnement afin de déterminer les caractéristiques, s'il y a lieu, des enfants nécessitant davantage de structure sur le plan temporel. Cela permettrait d'individualiser davantage les interventions offertes à la patientèle ayant un TED. Des différences importantes sont aussi notées chez les enfants ayant un développement typique. Leur sensibilité aux programmes de renforcement sera évaluée en fonction du niveau langagier et du développement cognitif. Pour évaluer la sensibilité aux programmes de renforcement à composante temporelle, des tâches à l'ordinateur seront réalisées.

Mesures utilisées

1. Des évaluations seront réalisées afin d'évaluer les compétences sur le plan langagier et le développement cognitif.
2. Onze à quinze séances de tâches à l'ordinateur seront réalisées à l'établissement fréquenté par votre enfant ou à votre domicile dans le but d'évaluer leur sensibilité à la composante temporelle.
3. Les séances expérimentales seront enregistrées sur bandes vidéo.

Lieu de la recherche

La recherche se déroulera à l'établissement fréquenté par l'enfant ou à la maison, selon la préférence des parents.

Durée de la recherche

Les évaluations seront réalisées à l'automne 2010. Les séances expérimentales d'une durée d'environ 20 à 30 minutes s'étendront en tout sur une période de onze à quinze jours et totalisent environ 6 heures. Une entrevue vous sera offerte en début d'année 2011 afin de vous communiquer nos conclusions par rapport aux évaluations réalisées lors du projet.

Bénéfices et risques pour les participants

Il s'agit d'une étude exploratoire dans le domaine qui pourrait permettre d'augmenter notre compréhension sur la façon d'individualiser l'intervention auprès des enfants ayant un TED et ainsi en augmenter la réussite. Votre enfant ne retirera aucun bénéfice direct de la participation au projet. Toutefois, aucun risque n'est encouru par la participation à ce projet. Si, au cours de la mise en place du projet, la chercheure découvre des inconvénients, vous en serez aussitôt informé.

Si votre enfant montre peu d'intérêt envers la tâche, nous lui proposerons de mettre fin à sa participation car nous considérons qu'il doit prendre plaisir à l'effectuer.

J'ai lu et compris le contenu du présent formulaire. Je peux contacter Mélissa Gaucher en tout temps pour poser toutes mes questions au sujet de cette étude. Je sais que mon enfant est libre d'y participer et que je demeure libre de le retirer de cette étude en tout temps, par avis verbal, sans que cela n'affecte la qualité des interventions reçues.

Je, soussigné, _____, accepte que mon enfant participe à l'étude ci-haut décrite. Ce consentement est valide exclusivement pour l'année en cours (2010-2011).

La chercheure s'engage à garder le caractère confidentiel des données recueillies en identifiant votre enfant par un code. Les données amassées à l'aide des évaluations seront conservées sous clé à l'UQAM. Le nom de votre enfant n'apparaîtra sur aucun document.

Il est possible de contacter la chercheure en tout temps par téléphone au 514.572.8460 (Québec) ou au 06 14 69 89 08 (France), ainsi que par courrier électronique : gaucher.melissa@courrier.uqam.ca

_____

Nom de l'enfant

_____	_____	_____
Nom du parent	Signature du parent	Date
_____	_____	_____
Nom de la chercheure	Signature de la chercheure	Date

Recherche doctorale dirigée par Jacques Forget (D.Ps.), effectuée par Mélissa Gaucher, étudiante au doctorat en psychologie à l'UQAM, 2010.

APPENDICE C

FORMULAIRE D'ENTENTE DE CONFIDENTIALITÉ SIGNÉ PAR LES ASSISTANTS DE RECHERCHE

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

UQÀM
Université du Québec à Montréal
LABORATOIRE DES SCIENCES APPLIQUÉES DU COMPORTEMENT

Formulaire de respect de la confidentialité

Dans le cadre du projet doctoral de Mélissa Gaucher

Titre du projet
La régulation temporelle chez les enfants tout-venant et les enfants ayant un trouble du spectre de l'autisme

En acceptant de participer au présent projet, je m'engage à respecter les règles de confidentialité suivantes :

- Ne pas citer, sauf dans le local d'expérimentation du Laboratoire des Sciences Appliquées du Comportement (LSAC), le nom et le lieu des centres et lieux d'expérimentation.

- Ne pas citer, sauf dans ce même local d'expérimentation, le nom, l'âge, le diagnostic et toutes autres données nominatives ou informations particulières permettant de reconnaître l'enfant et sa famille.

- Ne pas divulguer d'informations sur les pratiques et interventions en usage dans les Centres ou lieux d'expérimentation.

- Ne pas divulguer les objectifs, les méthodes, les grilles et les guides d'observation du présent projet.

- Ne pas partager, ou montrer les vidéos à toute personne autre que le responsable du présent projet.

Et j'ai signé à _____,
Ville

_____ le _____
Signature de l'étudiant Date

RÉFÉRENCES

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Washington, DC: Author

Anger, D. (1956). The dependance of interresponse times upon the relative reinforcement of different interresponse times. *Journal of Experimental Psychology, 52*(3), 145-161. doi:10.1037/h0041255

Attwood, T. (2007). *The complete guide to Asperger's syndrome*. London: Jessica Kingsley Publishers.

Barkley, R. A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford Press.

Barnes, D., & Keenan, M. (1993). Concurrent activities and instructed human fixed-interval performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 59*, 501-520. doi:10.1901/jeab.1993.59-501

Becraft, J. L., Borrero, J. C., Davis, B. J., Mendres-Smith, A. E., & Castillo, M. I. (2018a). The role of signals in two variations of differential-reinforcement-of-low-rate procedure. *Journal of Applied Behavior Analysis, 51*(1), 3-24. doi:10.1002/jaba.431

Becraft, J. L., Borrero, J. C., Davis, B. J., Mendres-Smith, A. E., & Castillo, M. I. (2018b). The role of signals in two variations of differential-reinforcement-of-low-rate procedures. *Journal of Applied Behavior Analysis, 51*(1), 3-24. doi:10.1002/jaba.431

Bentall, R. P., & Lowe, C. F. (1987). The role of verbal behavior in human learning : III. Instructional effects in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 47*(2), 177-190.

Bentall, R. P., Lowe, F. C., & Beasty, A. (1985). The role of verbal behavior in human learning: II. Developmental differences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 43*(2), 165-181.

Bizo, L. A., Chu, J. Y. M., Sanabria, F., & Killeen, P. R. (2006). The failure of Weber's law in time perception and production. *Behavioural Processes, 71*, 201-210.

Blancheteau, M. (1969). Conduites instrumentales et estimation des durées chez l'animal. *L'année psychologique, 69*(1), 209-246.

Boren, J. J. (1969). Some Variables Affecting the Superstitious Chaining of Responses. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 12*(6), 959-969.

Brenner, L. A., Shih, V. H., Colich, N. L., Sugar, C. A., Bearden, C. E., & Dapretto, M. (2015). Time Reproduction Performance Is Associated With Age and Working Memory in High-Functioning Youth With Autism Spectrum Disorder. *Autism Research, 8*, 29-37. doi:10.1002/aur.1401

Brodeur, D. A., Gordon Green, C., Flores, H., & Burack, J. A. (2014). Time Estimation Among Low-Functioning Individuals With Autism Spectrum Disorders: Evidence of Poor Sensitivity to Variability of Short Durations. *Autism Research, 7*(2), 237-244. doi:10.1002/aur.1364

Bruner, A., & Revusky, S. H. (1961). Collateral Behavior in Humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 4*(4), 349-350. doi:10.1901/jeab.1961.4-349

Buskist, W. F., Bennett, R., & Miller, H. L. (1981). Fixed-interval performance in humans : Sensitivity to temporal parameters when food is the reinforcer. *The Psychological Record, 30*, 111-121.

Catania, A. C. (1992). *Learning* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Catania, A. C., Matthews, B. A., & Shimoff, E. (1982). Instructed versus shaped human verbal behavior: Interactions with nonverbal responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 38*(3), 233-248. doi:10.1901/jeab.1982.38-233

Church, R. M. (1984). Properties of the internal clock. In J. Gibbon & L. G. Allan (Eds.), *Timing and time perception* (pp. 566-582). New-York: New-York Academy of Sciences.

Clément, C. (1999). *L'ontogenèse du contrôle temporel du comportement humain envisagé comme un système dynamique non linéaire*. (Thèse de doctorat Thèse de doctorat). Université Charles de Gaulle Lille 3, Lille.

Clément, C. (2004). Théorie des systèmes dynamiques et analyse du comportement: Vers la fin de l'horloge interne ? *Acta Comportamentalia, 12*(2), 141-156.

Clément, C. (2006). *Apprentissage et conditionnements*. Paris: Dunod.

Clément, C. (2008). *Abords expérimentaux et appliqués du contrôle temporel du comportement*. (Mémoire d'habilitation à diriger des recherches). Université Louis Pasteur, Strasbourg.

Clément, C., & Baldassi, M. (2004). *Fixed-interval performance in children with and without Attention Deficit Hyperactivity Disorder. What are the differences?* Paper presented at the Annual Conference of the Experimental Analysis of Behaviour Group.

Clément, C., Lattal, K. A., Rivière, V., & Darcheville, J.-C. (2007). Understanding the ontogenesis of temporal regulation in infants and children: An evaluation of the procedures. *European Journal of Behavior Analysis, 8*(1), 41-48. doi:10.1080/15021149.2007.11434272

Conine, D. E., & Vollmer, T. R. (2018). Relative preferences for edible and leisure stimuli in children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*. doi:10.1002/jaba.525

Darcheville, J.-C. (1977). Le contrôle des activités motrices par le langage. *Enfance, 2*(4), 204-214.

Darcheville, J.-C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1992). Fixed-interval performance and self-control in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 57*(2), 187-199. doi:10.1901/jeab.1992.57-187

Darcheville, J.-C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1993). Fixed-interval performance and self-control in infants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 60*(2), 239-254.

Deitz, S. M. (1977). An analysis of programming DRL schedules in educational settings. *Behaviour Research and Therapy, 15*(1), 103-111. doi:10.1016/0005-7967(77)90093-6

Dews, P. B. (1970). The theory of fixed-interval responding. In W. N. Schoenfeld (Ed.), *The theory of reinforcement schedules* (pp. 43-61). New York: Appleton Century-Crofts.

Donahoe, J. W., & Palmer, D. C. (1994). *Learning and complex behavior*. Boston: Allyn & Bacon.

Doughty, A. H., & Richards, J. B. (2002). Effects of reinforcer magnitude on responding under differential-reinforcement-of-low-rate schedules of rats and pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 78*(1), 17-30. doi:10.1901/jeab.2002.78-17

Dragoi, V., Staddon, J. E. R., Palmer, R. G., & Buhusi, C. V. (2003). Interval Timing as an Emergent Learning Property. *Psychological Review, 110*(1), 126-144.

Droit, S. (1994). Temporal regulation of behavior with an external clock in 3-year-old: Differences between waiting and response duration tasks. *Journal of Experimental Child Psychology, 58*, 332-345. doi:10.1006/jecp.1994.1038

Droit, S., Pouthas, V., & Jacquet, A.-Y. (1990). Temporal learning in 41/2- and 6-year old children : Role of instruction and prior knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology, 50*, 305-321.

Droit-Volet, S. (2005). Le temps psychologique. *Psychologie Française, 50*, 5-6.

Dunn, L. M., & Dunn, D. M. (2002). *Peabody Picture Vocabulary Test, 4th edition*. San Antonio, TX: PsychCorp.

Falk, J. L. (1961). Production of polydipsia in normal rats by an intermittent food schedule. *Science, 133*(3447), 195-196. doi:10.1126/science.133.3447.195

Falk, J. L. (1971). The Nature and Determinants of Adjunctive Behavior. *Physiology and Behavior, 6*, 577-588.

Falk, J. L. (1986). The formation and function of ritual behavior. In M. D. Zeiler & T. Thompson (Eds.), *Analysis and integration of behavioral units* (pp. 335-355). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Ferster, C., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Fetterman, J. G., Killeen, P. R., & Hall, S. (1998). Watching the Clock. *Behavioral Processes, 44*(2), 211-224.

Fraley, L. E. (2003). A Behaviorological Analysis of Adjunctive Behavior. *Behaviorology Today, 6*(2), 15-29.

Frank, J., & Staddon, J. E. R. (1974). Effects of Restraint on Temporal Discrimination Behavior. *The Psychological Record, 24*(1), 123-130. doi:10.1007/bf03394224

Fry, W., Kelleher, R. T., & Cook, L. (1960). A mathematical index of performance on fixed-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 3*, 193-199.

Gaucher, M., Forget, J., & Clément, C. (2015). Temporal control in children with differential reinforcement of low rates schedule: the role of age, language and cognitive functioning on temporal adjustment *Behavioural Processes, 119*, 58-69. doi:10.1016/j.beproc.2015.06.013

Gordon, M. (1979). The Assessment of Impulsivity and Mediating Behaviors in Hyperactive and Nonhyperactive Boys *Journal of Abnormal Child Psychology, 7*(3), 317-326.

Hearst, E., Koresko, M. B., & Poppen, R. (1964). Stimulus generalization and the response-reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 7*, 369-380. doi:10.1901/jeab.1964.7-369

Higa, J. J., & Staddon, J. E. R. (1997). Dynamic models of rapid temporal control in animals. In C. M. Bradshaw & E. Szabadi (Eds.), *Time and behaviour: Psychological and neurobehavioural analyses* (pp. 1-40). Amsterdam: Elsevier.

Jasselette, P., Lejeune, H., & Wearden, J. H. (1990). The perching response and the laws of temporal differenciation. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 16*, 150-161. doi:10.1037/0097-7403.16.2.150

Kelleher, R. T., Fry, W., & Cook, L. (1959). Inter-response time distribution as a function of differential reinforcement of temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 2*, 91-106.

Killeen, P. R. (1985). Incentive theory: IV. Magnitude of reward. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 43*, 407-417. doi:10.1901/jeab.1985.43-407

Killeen, P. R., & Fetterman, J. G. (1988). A Behavioral Theory of Timing. *Psychological Review, 95*(2), 272-295.

Kramer, T. J., & Rilling, M. (1970). Differential reinforcement of low rates: A selective critique. *Psychological Bulletin, 74*(4), 225-254. doi:10.1037/h0029813

Laties, V. G., & Weiss, B. (1962). Effects of alcohol on timing behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55*(1), 85-91. doi:10.1037/h0046400

Laties, V. G., & Weiss, B. (1963). Effects of a Concurrent Task on Fixed-Interval Responding in Humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 6*(3), 431-436.

Laties, V. G., Weiss, B., Clark, R. L., & Reynolds, M. D. (1965). Overt "Mediating" Behavior During Temporally Spaced Responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 8*(2), 107-116. doi:10.1901/jeab.1965.8-107

Laties, V. G., Weiss, B., & Weiss, A. B. (1969). Further observations on overt « mediating » behavior and the discrimination of time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 12*, 43-57. doi:10.1901/jeab.1969.12-43

Leander, J. D., Lippman, L. G., & Meyer, M. E. (1968). Fixed-interval performance as related to subjects' verbalizations of the reinforcement contingency. *The Psychological Record, 18*, 469-474. doi:10.1007/BF03393795

Lejeune, H., Cornet, S., Augusto Ferreira, M., & Wearden, J. H. (1998). How Do Mongolian Gerbils (Meriones uniguiculatus) Pass the Time? Adjunctive Behavior During Temporal Differentiation in Gerbils. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes, 24*(3), 352-368.

Lejeune, H., & Jasselette, P. (1986). DRL performance in the weanling rat : A comparison with adults subjects. *Physiology and Behavior, 40*, 271-278. doi:10.1016/0031-9384(87)90046-1

Lejeune, H., & Macar, F. (1994). Régulations temporelles. In M. Richelle, J. Requin, & M. Robert (Eds.), *Traité de psychologie expérimentale* (pp. 859-923). Paris: Presses Universtaires de France.

Lippman, L. G., & Meyer, M. E. (1967). Fixed-interval performance as related to instructions and to subjects' verbalizations of the contingency. *Psychonomic Science, 8*(4), 135-136. doi:10.3758/BF03331586

Long, E. R., Hammack, J. T., May, F., & Campbell, B. J. (1958). Intermittent reinforcement of operant behavior in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 1*, 315-339. doi:10.1901/jeab.1958.1-315

Lowe, C. F. (1979). Determinants of human operant behaviour. In M. D. Zeiler & P. Harzem (Eds.), *Reinforcement and the organization of behaviour*. Chichester and New York: Wiley.

Lowe, C. F., Beasty, A., & Bentall, R. P. (1983). The role of verbal behavior in human learning : Infant performance on fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 39*(1), 157-164.

Luria, A. R. (1961). *The role of speech in the regulation of normal and abnormal behaviour*. New York: Pergamon Press.

Macar, F. (1995). Régulations temporelles acquises et rythmes biologiques ont-ils un substrat commun? In H. Lejeune (Ed.), *Des animaux et des hommes* (pp. 61-84). Paris: Presses universitaires de France.

Maister, L., & Plaisted-Grant, K. C. (2011). Time perception and its relationship to memory in Autism Spectrum Conditions. *Developmental Science*, 1-12. doi:10.1111/j.1467-7687.2011.01077.x

Martin, J. S., Poirier, M., & Bowler, D. M. (2010). Brief Report: Impaired Temporal Reproduction Performance in Adults with Autism Spectrum Disorder. *Journal*

of Autism and Developmental Disorders, 40, 640-646. doi:10.1007/s10803-009-0904-3

Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (1989). Delay of gratification in children. *Science, 244*(4907), 933-938.

Mottron, L. (2004). Matching Strategies in Cognitive Research with Individuals with High-Functioning Autism: Current Practices, Instrument Biases, and Recommendations. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 34*(1), 19-27. doi:10.1023/B:JADD.0000018070.88380.83

Nevin, J. A., & Berryman, R. (1963). A note on chaining and temporal discrimination. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 6*(1), 109-113. doi:10.1901/jeab.1963.6-109

Okouchi, H. (2002). Individual differences in human fixed-interval performance. *The Psychological Record*, 173-186. doi:10.1007/BF03395422

Perone, M., Galizio, M., & Baron, A. (1988). The relevance of animal-based principles in the laboratory study of human operant conditioning. In G. Davey & C. Cullen (Eds.), *Human operant conditioning and behavior modification* (pp. 59-85). New York: Wiley.

Pouthas, V. (1981). Adaptation à la durée chez l'enfant de 2 à 5 ans. *L'année psychologique, 81*, 33-50. Retrieved from https://www.persee.fr/doc/psy_0003-5033_1981_num_81_1_28356

Pouthas, V. (1985). Timing behavior in young children: A developmental approach to conditioned spaced responding. In J. Michon & J. Jackson (Eds.), *Time, mind and behavior* (pp. 100-109). Berlin: Springer-Verlag.

Pouthas, V. (1995). Apprentissage opérant chez le jeune enfant. In H. Lejeune (Ed.), *Des animaux et des hommes* (pp. 85-104). Paris: Presses universitaires de France.

Pouthas, V., Droit, S., Jacquet, A.-Y., & Wearden, J. H. (1990). Temporal differentiation of response duration in children of different ages: developmental changes in relations between verbal and nonverbal behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 53*, 21-31.

Pouthas, V., & Jacquet, A.-Y. (1983). Attente et adaptation à la durée chez l'enfant dans la psychogenèse du temps : Cinq approches. *Cahiers de Psychologie Cognitive, 3*(4), 397-407.

Pouthas, V., & Jacquet, A.-Y. (1987). A developmental study of timing behavior in 4-1/2 and 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology, 43*, 283-289. doi:10.1016/0022-0965(87)90064-6

Ray, R. C., & McGill, W. (1964). Effects of class-interval size upon certain frequency distributions of interresponse times. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 7*(1), 125-127. doi:10.1901/jeab.1964.7-125

Richardson, W. K., & Loughead, T. E. (1974). Differential-reinforcement-of-low-rate schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 22*(1), 121-129.

Richelle, M., & Lejeune, H. (1980). *Time in animal behavior*. New York: Pergamon Press.

Rivard, M., Terroux, A., & Mercier, C. (2014). Effectiveness of early behavioral intervention in public and mainstream settings: The case of preschool-age children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders, 8*, 1031-1043. doi:10.1016/j.rasd.2014.05.010

Rivière, V., & Darcheville, J.-C. (2001). Shaping of self-control behavior and temporal regulation. *European Journal of Behavior Analysis, 2*, 255-266.

Rivière, V., Darcheville, J.-C., & Clément, C. (2000). Rapid timing of transitions in inter-reinforcement interval duration in infants. *Behavioural Processes, 52*, 109-115.

Rivière, V., Darcheville, J.-C., & Cuvelier, G. (1998). *DRL performance in infants*. Paper presented at the Annual Convention of the Association of Behavior Analysis International, Orlando, FL.

Rogé, B. (2003). *Autisme, comprendre et agir*. Paris: Dunod.

Ross, G. S., Hodos, W., & Brady, J. V. (1962). Electroencephalography correlates of temporally spaced responding and avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 5*, 467-472.

Sagvolden, T., Aase, H., Johansen, E. B., & Russell , V. A. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADH/D) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioral and Brain Sciences, 28*, 397-468.

Sagvolden, T., Aase, H., Zeiner, P., & Berger, D. (1998). Altered reinforcement mechanisms in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Behavioural Brain Research, 94*, 61-71.

Schneider, B. A. (1969). A two-state analysis of fixed-interval responding in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 12*(5), 667-687.

Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). E-prime Reference Guide. Pittsburgh: Psychology Software Tools, Inc.

Shimoff, E., Catania, A. C., & Matthews, B. A. (1981). Uninstructed human responding: sensitivity of low-rate performance to schedule contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 36*(2), 207-220. doi:10.1901/jeab.1981.36-207

Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century-Crofts.

Skinner, B. F. (1948). « Superstition » in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology, 32*(2), 168-172. doi:10.1037/0096-3445.121.3.273

Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement: a theorical analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Staddon, J. E. R. (1965). Some properties of spaced responding in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 8*(1), 19-27. doi:10.1901/jeab.1965.8-19

Stein, N., & Landis, R. (1973). Mediating Role of Human Collateral Behavior During a Spaced-Responding Schedule of Reinforcement. *Journal of Experimental Psychology, 97*(1), 28-33.

Stein, N., & Landis, R. (1978). Effects of age and collateral behavior on temporally discriminated performance of children. *Perceptual and Motor Skills, 47*, 87-94. doi:10.2466/pms.1978.47.1.87

Szelag, E., Kowalska, J., Galkowski, T., & Pöppel, E. (2004). Temporal processing deficits in high-functioning children with autism. *British Journal of Psychology, 95*, 269-282. doi:10.1348/0007126041528167

Temple, J. L., Giacomelli, A. L., Roemmick, J. M., & Epstein, L. H. (2008). Habituation and within-session changes in motivated responding for food in children. *Appetite, 50*(2-3), 390-396. doi:10.1016/j.appet.2007.09.005

Van Den Broek, M. D., Bradshaw, C. M., & Szabadi, E. (1987). Behaviour of 'impulsive' and 'non-impulsive' humans in a temporal differentiation schedule of reinforcement *Personality and Individual Differences, 8*(2), 233-239.

Vygotsky, L. S. (1934). *Thought and language*. Moscou: Stosekgiz.

Wallace, G. L., & Happé, F. (2008). Time Perception in Autism Spectrum Disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders, 2*, 447-455. doi:10.1016/j.rasd.2007.09.005

Wechsler, D. (2002). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence*. San Antonio, TX: Psychological Corp.

Wechsler, D. (2004). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour la période pré-scolaire et primaire - troisième édition*. Paris: Éditions du centre de psychologie appliquée.

Weisberg, P., & Tragakis, C. J. (1967). Analyses of DRL behavior in young children. *Psychological Reports, 21*, 709-715. doi:10.2466/pr0.1967.21.3.709

Williams, D., Boucher, J., Lind, S., & Jarrold, C. (2013). Time-Based and Event-Based Prospective Memory in Autism Spectrum Disorder: The Roles of Executive Function and Theory of Mind, and Time-Estimation. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43*, 1555-1567. doi:10.1007/s10803-012-1703-9

Wilson, M. P., & Keller, F. S. (1953). On the selctive reinforcement of spaced responses. . *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 46*, 190-193.

World Health Organization. (1992). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Geneva: World Health Organization.

Zeiler, M. D. (1973). Superstitious behavior in children: an experimental analysis. *Advances in Child Development and Behavior, 7*, 1-29. doi:10.1016/s0065-2407(08)60438-3

Zeiler, M. D., & Kelley, C. A. (1969). Fixed-ratio and fixed-interval schedules of cartoon presentation. *Journal of Experimental Child Pychology, 8*, 306-313.