



UNIVERSITE PAUL SABATIER – TOULOUSE III
Faculté de médecine Toulouse Rangueil
Enseignement des techniques de réadaptation

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophonie

**Implication du contrôle inhibiteur dans les
performances d'estimation temporelle chez les
enfants et adolescents en situation de déficience
intellectuelle légère idiopathique**

MARGOUTI Leila

Sous la direction de :

RATTAT Anne-Claire

Maître de conférences en psychologie, Membre du laboratoire SCoTE (Sciences de la Cognition,
Technologie, Ergonomie- EA7420), Institut National Universitaire Champollion – Université Fédérale
de
Toulouse

COLLIE Isabelle

Orthophoniste en IME (Institut Médico-Educatif), Chargée de cours au centre de formation en
Orthophonie de Toulouse - Université Fédérale de Toulouse

- JUIN 2021 -

REMERCIEMENTS

Par ces quelques lignes, je tiens à adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je remercie sincèrement Anne-Claire Rattat, je sais combien il est rare de pouvoir bénéficier d'un accompagnement d'une telle qualité, tant sur le plan professionnel qu'humain. Merci pour sa confiance, ses conseils avisés et sa réactivité hors norme !

Accepter de diriger un mémoire demande du temps et fournit une charge de travail supplémentaire dans un emploi du temps souvent bien chargé : merci à Isabelle Collié, pour avoir accepté d'encadrer mon mémoire, pour la confiance qu'elle m'a accordée dès notre première rencontre, pour ne pas m'avoir laissée « sur le bord de la route ».

Je tiens à remercier les professionnels du laboratoire SCoTE pour leur accueil. Je remercie tout particulièrement Benoît Valéry, pour sa participation indispensable à l'élaboration de notre programme, pour son aide et sa patience. Je remercie également Cédric Albinet pour sa disponibilité et ses précieux conseils.

Merci à Madame Jessica Tallet et Madame Lola Danet d'avoir accepté d'être membres de ce jury, de donner de leur temps pour se plonger dans la lecture de ce mémoire.

Je voudrais remercier très sincèrement les nombreux professionnels du médico-social et de l'Education Nationale sans lesquels ce projet de recherche n'aurait pas vu le jour. Merci à chacun d'entre eux pour le soutien à ce projet et leur confiance dans ces conditions si particulières.

Un grand merci à tous les participants qui ont donné de leur temps et de leur énergie pour participer à ces recherches, merci pour votre intérêt et votre bonne humeur.

Je remercie mes proches pour leur soutien incommensurable.

Merci à mes parents qui m'ont toujours accompagnée dans mes choix, sans jamais douter de moi, et m'ont apporté tout le soutien nécessaire à la réalisation de mes rêves. À ma « Grande Famille », merci pour votre aide, votre patience, pour avoir, tous à votre manière, apporté votre contribution à ce mémoire.

A mes amis, 1000 mercis pour leur soutien inconditionnel. Robin, Anthony, Paul, Thibault, Emma, merci pour m'avoir écoutée parler de mémoire et d'orthophonie nuit et jour. Merci à Eva, Julie, Albane, Audrey, Chloé et Léa pour toutes ces années, tous ces moments partagés autour et au-delà de notre passion commune qu'est l'orthophonie.

Pour finir, un immense merci à Elsa, ma collègue, ma partenaire, mon binôme, qui m'a accompagnée, soutenue, relue encore et encore. Parce que râler à deux c'est tellement mieux. Cette rencontre est pour moi, l'une des plus belles de cette année chaotique. Cette aventure n'aurait pas eu la même saveur sans elle.

Je lui souhaite le meilleur dans la suite de sa thèse en compagnie de son nouveau binôme : Amandine Lapabe, qui saura poursuivre cette étude riche et passionnante avec joie et brio !

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PARTIE THEORIQUE	2
I. La déficience intellectuelle légère	2
A. Définitions.....	2
B. Prévalence et étiologie de la DIL.....	3
C. Intervention auprès de personnes DIL.....	4
II. L'estimation temporelle	5
A. Définitions.....	5
B. Le développement de la sensibilité temporelle	6
C. Mesurer la durée : l'hypothèse de l'horloge interne.....	7
D. L'estimation des durées dans les protocoles de recherche	8
E. L'estimation des durées dans la déficience : point sur la recherche.....	8
III. L'inhibition : une des fonctions exécutives centrales.....	10
A. Le fonctionnement exécutif.....	10
B. Focus sur l'inhibition	11
C. Le système inhibiteur dans la DIL	12
D. Le contrôle inhibiteur en lien avec les capacités de comportement adaptatif.....	14
IV. L'implication des FE dans l'estimation des durées	15
A. Pourquoi rapprocher ces deux domaines ?.....	15
B. L'implication de l'inhibition dans les tâches d'estimation temporelle.....	16
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES	18
METHODE	19
II. Population	19
A. Design et population de l'étude	19
B. Critères de sélection.....	20
C. Recrutement	21
III. Matériel	21
IV. Protocole	22
A. Présentation des tâches	22
B. Ordre de présentation.....	26
V. Passation	26
VI. Protection des personnes et des données.....	27

A.	Consentement éclairé et critère d'arrêt	27
B.	Processus d'anonymisation	27
C.	Personnes ayant accès aux données.....	28
VII.	Variables	28
	HYPOTHESES OPERATIONNELLES ET RESULTATS	29
I.	Données sociodémographiques	29
II.	Comparaison des groupes DIL vs TV âgés de 13 à 16ans.....	30
A.	Tâche de vitesse de traitement : le CRT.....	31
B.	Les tâches temporelles.....	31
C.	Les tâches d'inhibition.....	33
III.	Analyse développementale chez les participants TV.....	35
A.	Les tâches temporelles.....	35
B.	Les tâches d'inhibition.....	36
C.	Implication du contrôle inhibiteur dans les compétences d'estimation temporelle	39
	DISCUSSION	40
I.	Validation des hypothèses et discussion des résultats.....	40
II.	Limites de l'étude.....	45
III.	Elargissement et perspectives futures.....	46
	CONCLUSION	49
	BIBLIOGRAPHIE	50

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures :

Figure 1 : Modèle d'horloge interne (Church, 1984)

Figure 2 : Représentation schématique de l'unité et de la diversité des 3 FE (Miyake & Friedman, 2012)

Figure 3 : Illustration de la tâche d'interférence multi-source

Figure 4 : Illustration de la tâche d'interférence de la taille des animaux

Figure 5 : Illustration du procédé de la tâche Go/No Go

Figure 6 : Illustration du procédé de la tâche de reproduction

Figure 7 : Illustration de la PHASE 2 de la tâche de bissection

Figure 8 : Courbe de bissection chez les participants DIL et TV âgés de 13 à 16 ans

Figure 9 : Courbes de bissection des participants TV pour les 3 groupes d'âges

Figure 10 : Ratio de Weber avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

Figure 11 : Score de précision avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

Figure 12 : Coefficient de variation avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

Figures 13 a et b : Scores d'interférences avec écarts-type des tâches RAST et multi-source en fonction des 3 groupes d'âge chez les participants TV

Figure 14 : Score de sensibilité d' avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

Figure 15 : TR des Hits et des Fausses Alarmes avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

Tableaux :

Tableau 1 : Critère de gravité de la déficience intellectuelle d'après le DSM-5 (INSERM, 2016)

Tableau 2 : Caractéristiques des participants *au 01/05/2021*

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des variables dépendantes

Tableau 4 : comparaison des résultats dans les différentes tâches : DIL vs TV 13-16ans

LISTES DES ACRONYMES

AAIDD : American Association on Intellectual and Developmental Disabilities

AC : Âge Chronologique

AM : Âge Mental

APA : American Psychiatric Association

CIM : Classification Internationale des Maladies

CRT : Tâche de temps de réaction à deux choix

DI : Déficience intellectuelle

DIL : Déficience Intellectuelle Légère

DSM : Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders

ET : Ecart-type

FE : Fonctions exécutives

IME : Institut Médico-Educatif

INSERM : Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale

PES : Point d'égalité subjective

QI : Quotient Intellectuel

RAST : Tâche d'interférence de la taille des animaux

RC : Réponses Correctes

RW : Ratio de Weber

SCoTE : Science de la Cognition, Technologie, Ergonomie

SESSAD : Service d'Education Spéciale et de Soins à Domicile

TR : Temps de réactio

TV : Tout-Venant

VTI : Vitesse de traitement de l'information

AVANT-PROPOS

Ce mémoire s'insère dans un projet de collecte de données sur le développement de la temporalité chez l'enfant et l'adolescent en situation de déficience intellectuelle légère (DIL) réalisé au sein du laboratoire SCoTE de l'Institut National Universitaire Champollion, campus d'Albi..

Plus précisément, il s'inscrit au sein d'un projet de thèse, débuté en octobre 2020, par Elsa Gourlat. Cette thèse s'intéresse à l'implication des fonctions exécutives dans les processus d'estimation temporelle chez les personnes en situation de DIL. L'objectif final est de pouvoir proposer des pistes de réflexion voire des outils permettant d'améliorer l'accompagnement et la prise en charge de cette population spécifique.

Ainsi ce mémoire constitue le premier volet de ce travail de thèse, à savoir l'évaluation des capacités exécutives et temporelles en fonction de l'âge, chez l'enfant et l'adolescent DIL, comparativement à des sujets tout-venants. Concernant les fonctions exécutives, il se focalise plus précisément sur le contrôle inhibiteur qui figure parmi les trois fonctions exécutives principales définies par Miyake (2000). L'objectif est de mieux comprendre le rôle du contrôle inhibiteur dans les difficultés/troubles d'estimation temporelle observés dans cette population.

La démarche de recherche comprend trois temps. En premier lieu, il s'agissait de développer un programme expérimental évaluant les compétences d'estimation temporelle et le contrôle inhibiteur en tenant compte des spécificités de la population DIL et de l'âge des participants. Une fois la méthodologie définie, la seconde partie a consisté à prendre contact et recruter différents établissements et sites d'accueil de participants potentiels. Enfin, durant la dernière phase, le protocole devait être administré au panel de 189 sujets initialement prévu.

Compte tenu du contexte sanitaire exceptionnel auquel nous faisons face depuis mars 2020, ce projet n'a malheureusement pas pu être totalement finalisé dans les temps impartis. Seule la première phase, à savoir l'élaboration du protocole a pu être menée à bien dans les temps. En effet, le contexte sanitaire global ainsi que les deuxième et troisième confinements ont fait obstacle à la procédure de recrutement de nos participants. Beaucoup de structures ne souhaitaient ou ne pouvaient pas s'engager. Concernant les structures qui ont accepté de participer à l'étude, les délais de mise en place de la procédure ont été fortement ralentis pour de nombreuses raisons : les structures étaient souvent très éloignées de notre champ d'action, les plus proches n'ayant pas accepté de nous accueillir (Haute-Garonne et Tarn) ; au sein même des structures, les directions avaient un nombre important d'éléments à communiquer aux familles concernant les adaptations liées au COVID ce qui a ralenti le recueil des consentements ; lors de nos interventions un temps conséquent était consacré aux mesures de prévention contre le COVID.

Aussi, le présent mémoire ne comporte-t-il donc pas le nombre souhaité de participants puisque seuls 86 participants (dont 17 sujets DIL et 69 sujets tout venants) ont pu être recrutés. L'échantillon actuel ne permet pas de réaliser la totalité des analyses statistiques prévues lors de la construction de la méthodologie

expérimentale. En effet, différents groupes expérimentaux n'ont pas pu être complétés ce qui rend difficile l'analyse de l'aspect développemental de l'étude, à savoir l'évaluation de l'évolution des capacités exécutives et temporelles en fonction de l'âge.

Ce mémoire est donc la synthèse des résultats préliminaires de cette étude. Cette dernière sera poursuivie tout au long de l'année 2021 dans le cadre de la thèse d'Elsa Gourlat.

INTRODUCTION

La recherche scientifique dans le champ des déficiences intellectuelles s'est considérablement développée au cours des dernières décennies. Pourtant, il existe un domaine encore particulièrement délaissé malgré sa forte prévalence : la déficience intellectuelle légère (DIL). Ce degré de déficience représente 1 à 2 % de la population en France, et près de 80% d'entre elles sont dites idiopathiques, dans la mesure où leur cause n'est pas connue (Ke & Liu, 2012).

Pour combler ce manque, une récente collaboration a vu le jour entre le centre de formation en orthophonie de Toulouse et le laboratoire SCoTE (Sciences de la Cognition, Technologie, Ergonomie) de l'Institut National Universitaire Champollion (campus d'Albi). Cette collaboration a d'ores et déjà permis de réaliser 3 mémoires de recherche ciblés sur le lien entre la DIL idiopathique et les compétences temporelles. Deux de ces mémoires se sont plus particulièrement intéressés à la notion de durée et ont permis de montrer que les personnes en situation de DIL idiopathique présentent un retard dans l'acquisition des compétences d'estimation de durées. Cette conclusion renforce les observations faites par les équipes professionnelles intervenant auprès de cette population spécifique dans les établissements de soins. Toutefois, la prise en charge et l'accompagnement de ces personnes restent limités sans une meilleure compréhension des processus à l'origine de ce déficit. L'un des problèmes majeurs de la recherche dans le domaine de l'estimation des durées est souligné par Droit-Volet, (2016). L'auteure explique qu'il est difficile de dissocier ce qui est dû au développement des mécanismes spécifiquement dédiés au traitement du temps de ce qui résulte du développement général des capacités cognitives. Parmi les ressources cognitives impliquées dans l'estimation du temps, les fonctions exécutives ont été récemment reconnues comme particulièrement importantes (Ogden et al., 2014).

Partant de ce constat, nous nous sommes questionnés sur le rôle des fonctions exécutives (FE) dans le déficit d'estimation des durées. Il s'agit ici d'étudier plus spécifiquement l'influence de l'inhibition (une des FE principales selon le modèle de Miyake et al., 2000), aussi appelée contrôle inhibiteur. Les autres FE seront explorées dans le cadre d'une thèse débutée en octobre 2020 qui proposera une vision plus globale du lien entre estimation des durées et FE.

Pour tenter d'obtenir des réponses, nous avons décidé de comparer les performances temporelles et exécutives d'enfants et adolescents en situation de DIL à celles d'enfants et adolescents tout-venant (TV) au travers de 6 tâches différentes. Mieux comprendre les processus mis en jeu lors des tâches d'estimation temporelle pourra permettre, dans un objectif à long terme, d'ajouter des leviers supplémentaires à la prise en charge de ces déficits chez les personnes en situation de DIL.

PARTIE THEORIQUE

I. LA DEFICIENCE INTELLECTUELLE LEGERE

A. DEFINITIONS

1. LA DEFICIENCE INTELLECTUELLE

Thomas a 15 ans. Il a mis plus de temps que la plupart des enfants de son âge pour apprendre à marcher, à parler, ou encore à être propre. Aujourd'hui, il est capable de réaliser seul des actions routinières qu'il a automatisées avec le temps. En revanche, lorsqu'il est confronté à un imprévu, il n'est pas capable de réagir de façon adaptée. Au quotidien, il est en difficulté pour lire, écrire, compter ou encore organiser son temps. Il est également gêné dans ses relations sociales, son estime de soi est faible, et son anxiété massive. Il est actuellement scolarisé en IMPro avec internat dans lequel il apprend les métiers de l'hôtellerie. Thomas est un adolescent en situation de DI et, ces exemples en témoignent, cela impacte toutes les sphères de son quotidien. Finalement, qu'est-ce que la déficience intellectuelle ? Que doit-on comprendre lorsque l'on évoque ce diagnostic ?

Dans la littérature, on peut trouver la déficience intellectuelle (DI) sous différentes appellations telles que « retard mental » dans le DSM-IV (APA, 1994) ou la CIM-10 (OMS, 1993) ou encore « trouble du développement intellectuel » (CIM-11, DSM-5).

Trois organisations font office d'autorité pour définir ce qu'est la DI : l'Organisation Mondiale de la Santé avec la CIM 11 (2019), l'*American Association on Intellectual and Developmental Disabilities* (AAIDD) dans la 11e édition de son manuel de définitions (2010) et l'*American Psychiatric Association* (APA) avec le DSM-5 (2013). Elles proposent toutes trois leur propre définition de la DI. Cependant le rapport d'experts de l'INSERM sur la DI, publié en 2016, met en exergue trois critères communs :

- Des déficits dans les fonctions intellectuelles comme le raisonnement, la résolution de problèmes, la planification, la pensée abstraite, le jugement, l'apprentissage académique, l'apprentissage par l'expérience et la compréhension pratique. Ces déficits sont confirmés à la fois par des évaluations cliniques et par des tests d'intelligence personnalisés et normalisés.
- Des limitations significatives du comportement adaptatif en général, c'est-à-dire dans les habiletés conceptuelles, sociales et pratiques apprises qui permettent de fonctionner dans la vie quotidienne. Par habiletés conceptuelles, on entend : le langage et la communication, la lecture et l'écriture, la maîtrise des notions de temps et d'espace, la manipulation des nombres et opérations arithmétiques. Les habiletés sociales font référence aux capacités de maîtrise des relations interpersonnelles et à la connaissance des codes les régissant, au sens des responsabilités, à l'acquisition d'une bonne estime de soi, à la compréhension et au respect des règles et lois, à la résistance à la crédulité ou à la méfiance

exagérée, à la résolution de problèmes sociaux et à l'autodétermination. Les habiletés pratiques concernent les activités de la vie journalière à réaliser en autonomie : savoir s'alimenter, savoir prendre soin de soi, savoir s'habiller/se déshabiller, savoir se déplacer, savoir veiller à sa sécurité, savoir s'occuper et programmer des activités savoir manipuler de l'argent ainsi qu'un budget, savoir téléphoner, etc.

- L'apparition de ces critères au cours de la période développementale, soit avant 18 ans selon l'AAIDD.

Les trois instances s'accordent également sur la nécessité d'utiliser des tests standardisés associés à un examen clinique rigoureux pour la pose du diagnostic de la DI. Ce dernier est généralement précisé par le degré de sévérité de l'atteinte intellectuelle :

- QI compris entre 50 et 70 (+/- 5) : DI légère
- QI compris entre 35 et 50 (+/- 5) : DI modérée (moyenne)
- QI compris entre 20 et 35 (+/- 5) : DI sévère (grave)
- QI inférieur à 20 (+/- 5) : DI profonde (APA, 2013)

2. SPECIFICITE DE LA DEFICIENCE INTELLECTUELLE LEGERE

Dans ce mémoire, nous nous intéressons spécifiquement aux personnes présentant une DIL. Selon la littérature les caractéristiques suivantes sont fréquemment retrouvées dans au sein de cette population:

Tableau 1 : Critère de gravité de la déficience intellectuelle d'après le DSM-5 (INSERM, 2016)

Gravité	Domaine conceptuel	Domaine social	Domaine pratique
Léger	La personne a une manière plus pragmatique de résoudre des problèmes et de trouver des solutions que ses pairs du même âge...	La personne a une compréhension limitée du risque dans les situations sociales ; a un jugement social immature pour son âge...	La personne occupe souvent un emploi exigeant moins d'habiletés conceptuelles...

Ces généralités doivent être modulées en fonction des variations inter et intra-individuelles. Elles offrent néanmoins une idée globale du type de difficultés que ces personnes peuvent rencontrer dans leur vie quotidienne.

B. PREVALENCE ET ETIOLOGIE DE LA DIL

La prévalence de la DIL en France est estimée à 1 à 2 % de la population. Ce taux est assez similaire dans les autres pays occidentaux. On trouve une prévalence plus élevée chez les garçons que chez les filles (sex-ratio de l'ordre de 1,2-1,9). Le contexte socioéconomique (incluant les revenus et le niveau d'éducation des parents)

influence ce taux (contrairement à la DI sévère), avec une prévalence plus faible de la DIL dans les milieux aisés (INSERM, 2016).

Dans la DI, la cause étiologique est identifiable pour seulement 60 à 65% des individus. Pour les 35 à 40% des personnes restantes, la DI est qualifiée d'« idiopathique » car la cause est inconnue (Ke & Liu, 2012). Or, lorsque l'on s'intéresse plus spécifiquement à la DIL, qui est la forme de déficience la plus fréquente, le taux de DIL idiopathique atteint les 80%. Il y a pourtant très peu de recherches scientifiques sur cette partie de la population.

C. INTERVENTION AUPRES DE PERSONNES DIL

Une fois le diagnostic établi, les différents accompagnements dont va bénéficier la personne en situation de DIL sont tous tournés vers le même objectif : l'amélioration de son inclusion au sein de la société dans laquelle elle évolue. Cet objectif est souvent compromis par le handicap social associé à la déficience (INSERM, 2016). C'est pourquoi, la participation sociale est au cœur de la question de l'inclusion de la personne en situation de DIL. Aujourd'hui, la priorité est de développer « le soutien nécessaire afin de promouvoir une qualité de vie satisfaisante pour la personne, comparable aux conditions de personnes typiques du même âge et de même culture » (INSERM, 2016).

Les personnes en situation de DIL bénéficient généralement d'un accompagnement pluri-professionnel (orthophonie, psychomotricité, éducateur spécialisé etc...) dès leur plus jeune âge. Cette intervention précoce permet de favoriser le développement de l'enfant et vise une inclusion scolaire, professionnelle et sociale maximales. L'enjeu actuel est de s'intéresser à la personne en tant que membre à part entière de la communauté et non simplement de la « prendre en charge ». Cela implique d'accompagner la personne pour lui permettre de développer ses capacités au sein de la société avec des aides humaines et matérielles appropriées. La littérature a montré que les personnes en situation de DIL peuvent progresser dans le domaine des apprentissages toute leur vie. On retrouve souvent des effets dits « plateau » qui proviennent davantage d'un manque d'offres de stimulations que des conséquences de la DI en elle-même (INSERM, 2016).

Ainsi, l'orthophoniste fait partie des intervenants principaux dans l'accompagnement et le développement des capacités de la personne en situation de DIL. Comme les autres professionnels de santé, il.elle va élaborer son projet thérapeutique en tenant compte des objectifs spécifiques à son métier mais aussi d'objectifs plus transversaux tels que l'autonomie, l'indépendance, la socialisation ou encore le bien-être de la personne. Dans le cadre de son champ de compétences, l'orthophoniste peut intervenir dans divers domaines tels que la communication, l'articulation, le langage oral, le langage écrit, la cognition-mathématique, ou encore la déglutition (Ke & Liu, 2012). Toutefois, ces troubles s'inscrivent dans un tableau clinique déficitaire, plus global, incluant d'autres domaines cognitifs. Dans ce contexte, l'orthophoniste peut être amené.e à travailler également sur les fonctions cognitives supérieures telles que la mémoire, l'attention ou encore les fonctions exécutives, qui seront définies et développées dans une prochaine partie (Tollitte, 2011). Ce travail pourra être mené en

collaboration avec d'autres professionnels comme les neuropsychologues ou les psychomotricien.ne.s qui participent activement à l'élaboration du projet de prise en soin de la personne.

Concernant le projet de prise en soin, l'un des éléments clés qui doit être discuté est la prise en compte du comportement adaptatif (INSERM, 2016). Le comportement adaptatif comprend à la fois les habiletés conceptuelles, sociales et pratiques apprises qui permettent de fonctionner dans la vie quotidienne. Il revêt une réelle importance dans l'accompagnement de la personne en situation de DIL car il est l'une des clés d'une inclusion réussie. Toutefois, il est difficile de s'y intéresser sans tenir compte des compétences temporelles de la personne. En effet, les compétences temporelles s'inscrivent à la fois dans les habiletés conceptuelles (maîtrise de la notion de temps) et dans les habiletés pratiques (organiser son temps, estimer des durées) du comportement adaptatif. Ainsi, la maîtrise des concepts temporels représente l'une des clés de l'autonomie et par voie de conséquence, de l'inclusion. Pour autant, les personnes en situation de DIL présentent des compétences temporelles déficitaires aussi bien au niveau de la perception et de l'organisation temporelle (Janeslätt et al., 2010), de l'orientation temporelle (Owen & Wilson, 2006), des connaissances temporelles (Léger, 2016) et dans l'estimation des durées (Adda Joint, 2019; Lambert, 2018; Rattat & Collié, 2020b). Mieux comprendre ces déficits, notamment les difficultés d'estimation des durées, devrait permettre d'améliorer et d'ajuster les propositions des professionnels œuvrant pour un meilleur accompagnement des personnes en situation de DIL.

II. L'ESTIMATION TEMPORELLE

A. DEFINITIONS

Le temps constitue une dimension fondamentale de la vie. On l'utilise constamment au quotidien, pour estimer des quantités, évaluer la vitesse de mouvement, calculer un taux de rendement (eg. nombre d'objets produits par minute), mais également de manière indirecte dans le contrôle moteur de la marche, de la parole, de la musique ou du sport (Buhusi & Meck, 2005). Pour autant, il s'agit d'une notion bien compliquée à définir. Les dictionnaires en offrent d'ailleurs souvent des définitions plurielles. On peut prendre pour exemple le Larousse qui propose pas moins de sept définitions auxquelles s'en ajoutent sept autres concernant des domaines plus spécifiques (i.e., linguistique, musique, mécanique etc.). La première définition qui a été proposée est la suivante : « Notion fondamentale conçue comme un milieu infini dans lequel se succèdent les événements »

Cette définition met en valeur l'un des trois concepts clés du temps : la succession (Montangero, 1984). Celle-ci correspond à l'enchaînement des événements, la séquentialité. Le second concept, l'ordre, induit qu'un événement n'est pas transposable ni déplaçable. Enfin, la durée représente « l'espace de temps qui s'écoule entre le début et la fin d'un phénomène » (dictionnaire Le Robert). Dès lors que cette perception s'organise pour l'individu, il devient capable de la produire, l'estimer, la reproduire, la comparer, et ce, grâce à divers outils tels

que des outils conventionnels (les unités de temps), sociaux (les saisons) ou organiques (ressentis corporels)(Léger, 2016). Dans les sociétés occidentales, chaque individu doit maîtriser différentes compétences temporelles dont l'estimation des durées. Cet apprentissage a lieu tout au long de l'enfance (Tartas, 2010).

B. LE DEVELOPPEMENT DE LA SENSIBILITE TEMPORELLE

Le concept de temps, et par extension le concept de durée, s'établit progressivement à partir des expériences sensorielles, motrices et relationnelles auxquelles un individu est confronté au cours de sa vie. Dès la naissance, les nourrissons, possèdent déjà des compétences temporelles. Droit-Volet évoque un « sens primitif du temps ». En effet, des études ont montré que dès 4 mois, un nourrisson est capable de discriminer des événements de courte durée (Provasi et al., 2011). A 6 mois, il n'est en capacité de discriminer que des durées qui diffèrent dans un rapport de moitié. Cela signifie qu'il peut faire la différence entre des durées d'1 et 2 secondes ou de 2 et 4 secondes mais pas de 3 et 4 secondes car le rapport est inférieur à $\frac{1}{2}$ (Brannon et al., 2007). La sensibilité temporelle va ensuite s'améliorer et s'affiner en grandissant jusqu'à s'approcher de celle de l'adulte aux alentours de 8/10ans (Provasi et al., 2011).

Cette sensibilité au temps, c'est-à-dire la capacité à discriminer des durées proches, a été très étudiée chez l'enfant. Dans leurs études respectives, Droit-Volet, Clément et al. (2001) et Droit-Volet et Wearden (Droit-Volet & Wearden, 2001) ont en effet mis en évidence que la sensibilité temporelle des enfants de 8 ans est meilleure que celle des enfants de 5ans ; elle-même supérieure à celle des enfants de 3ans.

Cette amélioration de la sensibilité au temps tout au long de l'enfance, qui prend place en parallèle du développement des capacités cognitives, va ainsi permettre le développement des compétences d'estimation temporelle. En effet, « jusqu'à 4 ans, les enfants vivent le temps, mais ne le pensent pas » (Droit-Volet, 2001, p27). En vivant le temps, ils acquièrent un certain savoir-faire temporel. Ils peuvent par exemple reproduire la durée des actions de la vie quotidienne, prévoir quand ces actions se termineront, ou encore les comparer les unes aux autres selon leur longueur. Toutefois, à ce stade, ils ne se représentent pas encore le temps comme une entité abstraite, indépendante des actions qui s'y déroulent (Droit-Volet & Rattat, 1999; Rattat & Droit-Volet, 2002). A partir de 4/5ans, les productions d'intervalles temporels gagnent en précision (Droit-Volet, 2001; 2016). Cette habileté va se développer progressivement, et c'est seulement vers 8 ans, que l'enfant sera capable d'estimer une durée, la reproduire ou la comparer avec un niveau de performance se rapprochant de celui de l'adulte (Droit-Volet, 2001).

Ainsi, la découverte d'une sensibilité temporelle précoce chez les nourrissons et jeunes enfants a fini de convaincre les nombreux chercheurs dans le domaine du temps de l'existence d'un mécanisme interne de mesure du temps, souvent nommée « horloge interne ».

C. MESURER LA DUREE : L'HYPOTHESE DE L'HORLOGE INTERNE

Lorsque l'on s'intéresse à la mesure de la durée, on distingue deux types d'estimation : les estimations temporelles prospectives et rétrospectives. L'estimation rétrospective, correspond à une estimation de la durée après que celle-ci se soit écoulée. Cette forme d'estimation implique donc essentiellement des processus mnésiques (Block & Zakay, 1997; Wearden, 2016).

Dans le cas d'une estimation prospective, les participants sont prévenus en amont qu'il leur sera demandé d'estimer une durée (Bauermeister et al., 2005; Taatgen et al., 2007). Pour tenter d'expliquer les mécanismes cognitifs mis en jeu lors d'une telle estimation temporelle, les chercheurs ont développé un certain nombre de théories et de modèles qui s'articulent autour du concept d'horloge interne.

Le premier à avoir formalisé ce concept est Treisman en 1963. Par la suite, sur la base des idées proposées par l'auteur et dans le cadre de la théorie du temps scalaire (Gibbon, 1977), Gibbon, Church et Meck (1984) ont développé l'un des modèles les plus populaires - encore aujourd'hui - dans la communauté scientifique. Comme illustré sur la Figure 1, le principe de ce modèle repose sur une horloge, composée d'un pacemaker émettant un flux constant d'impulsions. Le nombre d'impulsions est ensuite comptabilisé (le compteur peut parfois être nommé « accumulateur »), mais seulement après que l'interrupteur ait été actionné par un stimulus temporel. Une fois l'intervalle de temps écoulé, la valeur accumulée des impulsions est stockée en mémoire à court terme. Elle peut ensuite être transférée en mémoire de référence (i.e., une mémoire à plus long terme stockant les durées importantes).

Ainsi, lorsqu'un intervalle de longueur égale doit être reproduit par exemple, un signal de départ est envoyé à l'interrupteur et les impulsions sont comptabilisées jusqu'à ce que le nombre d'impulsions atteint soit identique à celui récupéré en mémoire.

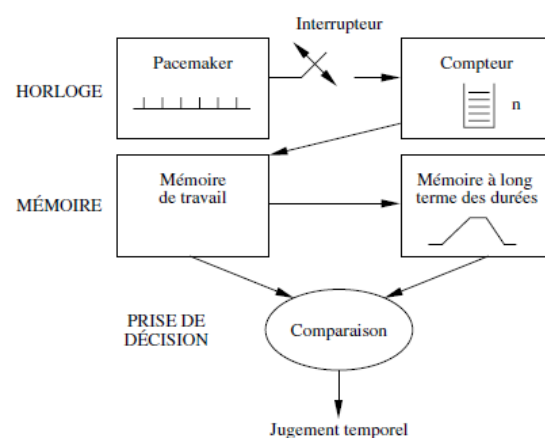


Figure 1 : Modèle d'horloge interne (Church, 1984)

Chaque composant de ce modèle peut être responsable de distorsions temporelles (i.e., sur- ou sous-estimations temporelles) ou d'une modification de la variabilité temporelle. En effet, à titre d'exemple, la perception du temps est susceptible de varier en fonction du rythme de base de cette horloge interne. Si le

rythme de base est ralenti, le temps sera considéré comme passant plus lentement, et inversement (Droit-Volet, 2001). Nombre de protocoles de recherche s'appuient sur ce modèle dans les études sur l'estimation des durées.

D. L'ESTIMATION DES DUREES DANS LES PROTOCOLES DE RECHERCHE

Pour évaluer les capacités d'estimation des durées d'un individu, plusieurs types de tâches peuvent être utilisées (Taatgen et al., 2007; Wearden, 2016):

- L'estimation verbale : après exposition à un intervalle de temps, le participant doit exprimer le temps qui s'est écoulé en unités temporelles (e.g., secondes)
- La production de durée: on demande au participant de produire un intervalle d'une certaine durée (e.g., 5 secondes)
- La reproduction de durée: le participant perçoit un intervalle d'une certaine durée et doit ensuite le reproduire
- La comparaison de durées : le participant compare plusieurs durées (on inclue dans cette catégorie les tâches de discrimination, de bissection, et de généralisation temporelles)

Ces différentes tâches ne revêtent pas toutes le même niveau d'exigence cognitive, et peuvent recruter d'autres processus cognitifs comme la mémoire de travail ou la vitesse de traitement de l'information. Afin d'évaluer l'estimation temporelle de la manière la plus pure possible, il est nécessaire d'identifier l'ensemble des processus cognitifs sous-jacents pouvant être impliqués dans les tâches d'estimation des durées (Droit-Volet et al., 2015).

E. L'ESTIMATION DES DUREES DANS LA DEFICIENCE : POINT SUR LA RECHERCHE

Certains chercheurs ont suggéré l'existence d'un lien entre l'intelligence psychométrique, soit le QI, et la résolution temporelle, dont fait partie la sensibilité au temps (Haldemann et al., 2012; Rammsayer & Brandler, 2007). La théorie de Haldemann, Rammsayer et Brandler s'appuie sur les oscillations neurales. D'une part, ils postulent que ces oscillations constituent la base biologique de l'intelligence psychométrique (plus l'oscillation neurale est élevée, meilleure est la vitesse de traitement des opérations mentales). D'autre part, ils considèrent les impulsions du pacemaker de l'horloge interne assimilables aux oscillations neurales. Par conséquent, l'oscillation neurale de base est élevée, plus fine est la résolution temporelle, ce qui équivaut à une meilleure précision de chronométrage. Leurs résultats montrent, en effet, que les capacités d'estimation temporelle sont positivement corrélées à l'intelligence psychométrique. Les individus ayant une intelligence psychométrique plus élevée présentent de meilleures performances dans leurs tâches temporelles (discrimination et généralisation temporelle) (Haldemann et al., 2012; Rammsayer & Brandler, 2007). Néanmoins les QI des participants varient entre 85 et 130, on ne peut donc pas généraliser ce résultat à l'ensemble des personnes en situation de DI.

Comme évoqué précédemment, peu d'études se sont intéressées aux compétences d'estimation des durées des personnes en situation de DIL idiopathique. Néanmoins quelques études apportent des éléments pertinents sur les personnes en situation de DIL (pas toujours idiopathique ni sans troubles associés) et/ou sur leurs compétences temporelles de manière plus large.

Janeslätt et ses collaborateurs, ont mené une série d'études visant à construire un outil d'évaluation des capacités de traitement du temps valide pour les populations avec un handicap comme la DI (Janeslätt et al., 2008; Janeslätt et al., 2009). Cet outil, couplé à des questionnaires d'évaluation, a permis de mettre en évidence l'existence d'un retard dans l'acquisition des capacités de traitement du temps des enfants DI (Janeslätt et al., 2010). Cependant, il est important de souligner que, dans ces études, les étiologies sont très diverses avec différents degrés de déficience. D'autre part, les formes les plus sévères sont généralement associées à d'autres troubles tels que le TDAH, les TSA ou l'infirmité motrice cérébrale.

Le mémoire de recherche de Léger (2016), offre également quelques informations intéressantes sur les connaissances temporelles des adolescents en situation de DI légère à moyenne. Le questionnaire d'évaluation des notions temporelles qu'elle a proposé montre qu'il existe un retard de développement des notions temporelles chez les sujets DI qui n'est pas homogène dans tous les domaines temporels. D'après ses résultats, certaines capacités temporelles semblent être acquises plus facilement que d'autres. L'ordre, par exemple, semble être une notion plus simple, dont la maîtrise est plus rapide que la durée. Ces résultats préliminaires seraient néanmoins à confirmer avec un effectif plus important.

Enfin, concernant spécifiquement les capacités d'estimation des durées chez les enfants et adolescents en situation de DIL, il existe actuellement deux hypothèses. L'une fait état d'un déficit des capacités temporelles, qui implique des difficultés d'estimation temporelle durables, avec une différence de sensibilité temporelle qui persiste à l'âge adulte. Tandis que l'autre suppose que la différence de compétences temporelles constatée résulte davantage d'un retard, avec un décalage censé se réduire à mesure que l'individu grandit. Les travaux de recherche de Tom Lambert (2018) et Mickaëlle Adda-Joint (2019) se sont penchés sur cette question chez les enfants et adolescents en situation de DIL idiopathique. Ils ont montré, dans la population DIL, l'existence d'une séquence développementale similaire à celle des enfants et adolescents tout-venant (TV), mais avec un retard conséquent (d'environ la moitié de leur âge). Ce retard ne semble pas diminuer à la fin de l'adolescence ou au début de l'âge adulte. Néanmoins les données de ces études ne permettent pas réellement de trancher entre le retard de développement ou un déficit. En effet, on ne sait pas si cette différence de sensibilité au temps persiste à l'âge adulte (reflet d'un déficit) ou se réduit progressivement jusqu'à rattraper les compétences des TV (reflet d'un retard) (Rattat & Collié, 2020).

Il s'agira dans la partie suivante de mieux cerner les raisons possibles de ce retard ou de ce déficit afin de fournir aux équipes accompagnant les personnes en situation de DIL des clés de compréhension pour mieux accompagner ces personnes au quotidien. L'une des hypothèses explicatives est celle d'un déficit de haut niveau, des fonctions exécutives, qui serait à l'origine des fragilités d'estimation temporelle observées chez cette population (Rattat & Collié, 2020). Cette hypothèse est en lien direct avec les récents travaux mettant en

évidence un rôle des fonctions exécutives dans l'estimation du temps (Brown et al., 2013; Ogden et al., 2011; Ogden et al., 2014; Rattat & Collié, 2020).

III. L'INHIBITION : UNE DES FONCTIONS EXECUTIVES CENTRALES

A. LE FONCTIONNEMENT EXECUTIF

Il existe aujourd'hui un très grand nombre de définitions des fonctions exécutives (FE) (Karr et al., 2018) mais aucune ne fait encore réellement consensus dans la communauté scientifique. Néanmoins, les spécialistes s'accordent pour dire que les FE sont requises dans l'adaptation à une situation non-routinière, notamment lorsque les routines d'action ou les habiletés cognitives sur-apprises deviennent insuffisantes (Roy et al., 2012). Chevalier (2010) définit les FE comme « l'ensemble des processus permettant à un individu de réguler de façon intentionnelle sa pensée et ses actions afin d'atteindre des buts » (p149). Les FE ont donc un rôle de régulation dans la cognition.

L'étude de Miyake et al. (2000) marque un tournant dans la classification des FE. Il est dès lors admis dans la majorité des études qui lui font suite que les trois FE principales sont : l'inhibition, la mise à jour de la mémoire de travail et la flexibilité cognitive (aussi appelée flexibilité mentale). L'inhibition peut être définie comme la fonction permettant de bloquer ou de supprimer des informations et réponses non pertinentes pour l'objectif à atteindre (Chevalier, 2010); la mise à jour de la mémoire de travail (MdT) correspond à la capacité à garder des informations à l'esprit afin de les manipuler mentalement et la flexibilité mentale renvoie à la capacité d'alterner (ou switcher) efficacement entre deux tâches différentes (Diamond, 2013).

Il existe également des FE dites d'ordre supérieur, telles que le raisonnement, la résolution de problèmes et la planification (Diamond, 2013). Elles sont supportées par les 3 FE de base, et sont à ce jour beaucoup moins bien documentées.

Nombre d'études se sont intéressées au lien unissant les principales FE entre elles. Les FE sont-elles indissociables, formant un ensemble unique ? Sont-elles totalement indépendantes et sécables les unes des autres ou existe-il une réalité intermédiaire ? Les conclusions de l'étude de Miyake et al. (2000) ont abouti à la validation d'un modèle complet à trois facteurs dans lequel les 3 FE principales partagent des points communs et ne peuvent être considérées comme totalement indépendantes (Figure. 2). Ce modèle valide à la fois les concepts d'unité (composantes communes) et de diversité (composantes uniques) des FE. Ce modèle complet à trois facteurs a été par la suite repris et validé dans d'autres études (Friedman et al., 2008; Karr et al., 2018).

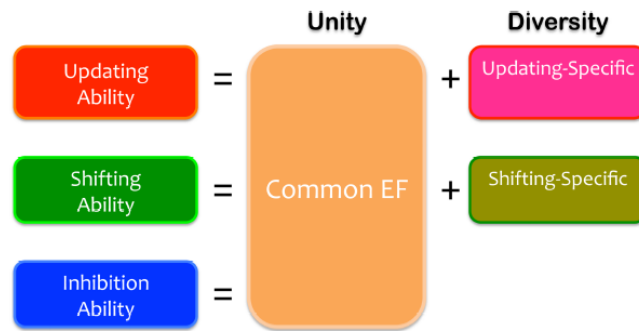


Figure 2 : Représentation schématique de l'unité et de la diversité des 3 FE (Miyake & Friedman, 2012)

On relève, dans cette modélisation, l'absence d'une composante unique spécifique à l'inhibition. En effet, dans leurs résultats, Friedman, Miyake et leurs collaborateurs trouvent que le facteur inhibition est en corrélation quasi parfaite avec la FE commune, ce qui ne laisse aucune variance spécifique à l'inhibition (Friedman et al., 2008; Miyake & Friedman, 2012). Ils proposent alors une hypothèse pour expliquer cette absence de variance spécifique. Selon les auteurs, la fonction principale de la FE commune est le maintien et la gestion active des objectifs de la tâche face à l'interférence, soit la capacité clé de la fonction inhibitrice. Une fois cette capacité retirée de l'équation, il reste peu de spécificité propre au facteur d'inhibition, tandis que les facteurs de mise à jour et de flexibilité impliquent des capacités supplémentaires allant au-delà du maintien et de la gestion active des objectifs. Ainsi, l'inhibition semble être au cœur du fonctionnement exécutif car constitué uniquement dans la composante commune du système.

B. FOCUS SUR L'INHIBITION

1. DEFINITION ET CONCEPTS

Comme dit précédemment, bien qu'il existe de multiples conceptions de l'inhibition dans la littérature, une définition minimaliste est admise : il s'agit d'un « processus qui permet de bloquer ou de supprimer des informations ou des réponses non pertinentes pour l'objectif à atteindre » (Chevalier, 2010).

De nombreux chercheurs ont proposé leur propre taxonomie du contrôle inhibiteur (Dempster, 1993; Friedman & Miyake, 2004; Harnishfeger, 1995; Nigg, 2000). Friedman et Miyake (2004) considèrent que l'inhibition est composée de trois sous-processus :

- L'inhibition des réponses prépotentes (aussi appelées réponses automatiques), correspondant à la capacité de l'individu à inhiber de manière délibérée et active, une réponse dominante ou automatique quand cela s'avère nécessaire (Miyake et al., 2000).
- La résistance à l'interférence des distracteurs, qui implique de faire abstraction des sources d'informations externes non pertinentes pour réaliser une tâche donnée.
- La résistance à l'interférence proactive, soit l'aptitude à résister aux intrusions d'informations stockées en mémoire et non pertinente pour la tâche en cours.

Seul le premier composant de ce modèle, l'inhibition des réponses prépotentes, est inclus dans le modèle à 3 facteurs des FE de Miyake et collaborateurs (2000). C'est cette composante qui sera étudiée au travers du protocole de la présente étude.

2. LE DEVELOPPEMENT DU SYSTEME INHIBITEUR

Les compétences inhibitrices de l'individu émergent dès son plus jeune âge et se développent tout au long de l'enfance en parallèle des autres fonctions cognitives. Les premiers signes de la mise en place d'un contrôle inhibiteur précoce sont perceptibles entre 12 et 18 mois. Les capacités inhibitrices sont encore primitives et permettent au bébé d'organiser ses réponses attentionnelles (Fourneret & des Portes, 2016). Elles évoluent ensuite progressivement entre 1 et 3 ans. Les enfants vont être alors capables peu à peu de différer dans le temps une récompense pour en obtenir une plus grande (Best & Miller, 2010). A partir de 3 ans, on observe une forte progression, grâce au développement parallèle de la mise à jour de la mémoire de travail (Chevalier, 2010). Les capacités d'inhibition vont également connaître une croissance importante entre la 5^{ème} et la 8^{ème} année de l'enfant (Best & Miller, 2010; Fourneret & des Portes, 2016). Cette croissance va ensuite fortement ralentir bien que des progrès puissent être observés jusqu'à l'atteinte de l'âge adulte (Diamond, 2013; Fourneret & des Portes, 2016; Williams et al., 1999).

De la naissance à l'adolescence, l'évolution du développement de l'inhibition (et des FE de manière générale) est modulée par une quantité importante de facteurs à la fois internes et externes tels que : la maturation cérébrale (Chevalier, 2010), le développement du langage (Er-Rafiqi et al., 2017), le milieu socio-économique (Chevalier, 2010; Er-Rafiqi et al., 2017), le milieu socio-démographique et culturel (Er-Rafiqi et al., 2017; Roy, 2015) et la sécurité (Fourneret & des Portes, 2016). Il est donc possible d'agir sur certains facteurs externes au cours de l'enfance afin de favoriser le développement du système inhibiteur. Cela permet de combler le retard ou de réduire le déficit d'enfants dont la pathologie entraîne un déficit du fonctionnement inhibiteur, telle que la DIL.

C. LE SYSTEME INHIBITEUR DANS LA DIL

Avant de pouvoir s'intéresser spécifiquement au fonctionnement du système inhibiteur dans la DIL, il semble important de mieux cerner le lien entre les FE et l'un des trois piliers du diagnostic de la DIL : la mesure de l'intelligence. En effet, de nombreux chercheurs se sont questionnés autour d'une possible corrélation entre ces deux notions.

1. LES FE ET LA MESURE DE L'INTELLIGENCE

Classiquement, la mesure de l'intelligence se traduit par l'évaluation du QI d'un individu. Les études antérieures aux années 2000 ont montré que les dommages frontaux (lieu de siège du fonctionnement exécutif) n'entraînaient pas de diminution significative des performances dans un test de QI. Elles ont également mis en évidence une faible voire une absence de corrélation entre les mesures des FE et les mesures du QI (pour une revue, voir Ardila et al., 2000). Suite à ces résultats, Ardila et ses collaborateurs font l'hypothèse d'un manque de sensibilité des tests psychométriques d'intelligence aux dysfonctionnements exécutifs éventuels.

Plus récemment, Friedman et ses collaborateurs (2006) se sont intéressés au lien entre FE et intelligence en prenant soin de différencier l'intelligence fluide, aspect dynamique de l'intelligence, de l'intelligence cristallisée, aspect statique de l'intelligence. L'intelligence cristallisée est le reflet des connaissances acquises (en partie grâce à l'intelligence fluide), à partir de la culture, de l'éducation et d'autres expériences. Les résultats de leurs travaux montrent que seule la mise à jour de la MdT est corrélée avec l'intelligence fluide tandis que l'intelligence cristallisée est corrélée positivement avec les trois domaines des FE, à savoir l'inhibition, la mise à jour de la MdT et la flexibilité.

Toutefois cette conclusion ne peut être généralisée dans les populations atypiques. En effet, les hypothèses dans le domaine divergent. Friedman et ses collaborateurs s'appuient sur les travaux de Rabbitt pour émettre l'hypothèse d'une corrélation accrue entre FE et intelligence quand le fonctionnement du lobe frontal est altéré tandis que Biesmans et al. (2019) supposent que cette corrélation est réduite avec la diminution du score d'intelligence. Danielsson et al. (2010), eux, considèrent, en se basant sur les travaux de Maehler et Schuchardt (2008), que les FE sont davantage liées au potentiel d'apprentissage qu'à l'intelligence. Le potentiel d'apprentissage est un concept dynamique. Il renvoie à la combinaison de tout ce qui a déjà été appris et de la capacité à apprendre de nouvelles choses (Tiekstra & Hessels, 2009). On comprend alors que le potentiel d'apprentissage n'est pas une mesure statique et fixe comme une mesure de QI mais une donnée en constante évolution. Il indique, dans l'instant où il est estimé, dans quelle mesure l'individu va profiter d'un enseignant donné (Hessels-Schlatter, 2002).

In fine, l'un des rares postulats faisant l'unanimité est le suivant : l'intelligence et les FE sont des concepts distincts mais liés (Memisevic & Sinanovic, 2014).

2. LE CONTROLE INHIBITEUR CHEZ LES POPULATIONS DI : UN ETAT DES LIEUX DE LA RECHERCHE

Comme pour les capacités d'estimation temporelle, il existe deux théories différentes sur le développement cognitif des personnes en situation de DI. La théorie du développement soutient que ces enfants suivent la même évolution que les enfants typiques, mais de manière plus lente, et avec une maturité plus

précoce. Selon la théorie de la différence, en revanche, le développement cognitif dans la DI implique des déficits spécifiques dans les fonctions cognitives et se déroule de manière atypique par rapport à la population sans trouble. Grada et Simoni (2018) supposent que ces deux théories peuvent coexister. Dans le contexte du développement exécutif, les recherches soutiennent davantage l'existence d'un retard (Danielsson et al., 2012; Van der Molen et al., 2007). Cependant, en fonction des différents domaines exécutifs évalués, la littérature montre des résultats hétérogènes.

Concernant l'inhibition, Van der Molen et ses collaborateurs (2007) ne retrouvent pas de retard du développement dans leur étude. Ils observent des performances inhibitrices similaires dans le groupe DIL et le groupe apparié sur l'âge chronologique (AC).

A contrario, l'étude de Danielsson et al. (2012), montre que les performances des enfants en situation de DI sont significativement inférieures à celles des enfants appariés sur l'AC dans tous les domaines exécutifs, y compris l'inhibition. Les performances du contrôle inhibiteur des enfants en situation de DI sont également significativement inférieures à celles d'enfants appariés sur l'âge mental (AM).

Bexhens et ses collaborateurs (2014) ont réalisé une analyse de méta-régression s'étendant sur ces 40 dernières années. La méta-régression est une analyse en sous-groupes d'études, utilisée afin de combiner des études dotées de caractéristiques différentes. Cette étude permet d'amener des conclusions assez solides sur les performances du contrôle inhibiteur des personnes en situation de DI. Les auteurs concluent à un déficit de l'inhibition dans la DI. Les sous-domaines de l'inhibition principalement altérés sont la résistance à l'interférence des distracteurs et l'inhibition des réponses prépotentes.

Ces déficits du contrôle inhibiteur ont un impact direct sur le fonctionnement au quotidien de la personne en situation de DIL. Rester concentré sur une tâche sans se laisser distraire par des stimuli externes ou ses pensées internes ou encore sélectionner la réponse adaptée sans céder à l'impulsivité sont des processus exécutifs susceptibles d'être mis en échec ce qui pénalise les capacités d'adaptation à chaque situation nouvelle.

D. LE CONTROLE INHIBITEUR EN LIEN AVEC LES CAPACITES DE COMPORTEMENT ADAPTATIF

Si le score de QI a pu être mis en lien avec la mise à jour de la MdT (Friedman et al., 2006), d'autres études en révèle un entre le contrôle inhibiteur et le comportement adaptatif de la personne DI (Gligorović & Buha Đurović, 2014). Comme évoqué dans la partie traitant de la DI, le comportement adaptatif est une construction multidimensionnelle, qui se compose de compétences à la fois pratiques, conceptuelles et sociales. D'après Gligorović et Buha Đurović (2014), le contrôle inhibiteur serait significativement corrélé avec les domaines de base du comportement adaptatif et se manifesterait principalement dans des domaines qui requièrent des compétences conceptuelles et pratiques.

Aussi, proposer des programmes d'intervention spécialement conçus pour améliorer le contrôle inhibiteur chez les enfants présentant une DI permettrait-il sûrement d'améliorer les compétences liées au comportement adaptatif et, potentiellement d'améliorer les compétences temporelles impliquées dans le comportement adaptatif.

IV. L'IMPLICATION DES FE DANS L'ESTIMATION DES DUREES

A. POURQUOI RAPPROCHER CES DEUX DOMAINES ?

1. DES BASES NEUROLOGIQUES SIMILAIRES

L'un des arguments en faveur d'un lien entre ces deux domaines est de nature neurologique. Le siège des FE est situé dans le lobe frontal et plus précisément dans la partie préfrontale du cortex (Chevalier, 2010; Fisk & Sharp, 2004; Miyake et al., 2000; Roy et al., 2012). L'implication du lobe pariétal est également évoquée lorsque l'on parle du fonctionnement exécutif (Bush & Shin, 2006.; Diamond, 2013). On retrouve un recrutement cortical assez identique pour les performances d'estimation temporelle (Ogden et al., 2011). En effet, les données neurobiologiques mettent en exergue l'implication des cortex préfrontal et pariétal (Buhusi & Meck, 2009; Droit-Volet, 2013; Lewis & Miall, 2006; Zakay & Block, 1996), tout comme pour les FE.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que les capacités temporelles et les FE se développent en parallèle tout au long de l'enfance. Cette affirmation découle principalement de deux arguments. D'une part, on constate des améliorations des performances liées à l'âge dans les deux domaines. D'autre part, on observe une évolution du recrutement du cortex préfrontal en fonction de l'âge, existant pour les tâches d'inhibition comme pour les tâches d'estimation temporelle. En effet l'activation du cortex préfrontal augmente avec l'âge des participants (Vicario, 2013).

Le contrôle inhibiteur et les processus d'estimation temporelle impliquent tout deux des zones cérébrales communes. Ils se partagent également une autre ressource importante de notre système cognitif : l'attention.

2. L'ATTENTION COMME DENOMINATEUR COMMUN

Comme évoqué dans la partie traitant de l'horloge interne, chaque composant du modèle de traitement de l'information temporelle peut être responsable de distorsions temporelles ou d'une modification de la variabilité temporelle. Ainsi certains chercheurs considèrent qu'une partie de ces variations peut être expliquée par un facteur attentionnel. Ils ont directement intégré cette notion dans le modèle de l'horloge interne, notamment sous forme de porte attentionnelle (Taatgen et al., 2007). L'attention est ainsi considérée comme l'actionneur de l'interrupteur du pacemaker (pour une revue, voir Lejeune, 1998). Un manque d'attention se manifeste de la

manière suivante : si par manque d'attention, l'interrupteur n'est pas activé et que l'on demande à une personne d'estimer une durée, elle devra se baser uniquement sur les informations non-temporelles stockées puis récupérées en mémoire (Droit-Volet, 2001).

Par ailleurs, nous avons précédemment mentionné que les FE ont un rôle de régulation dans la cognition. En effet, pour Chevalier, (2010), la fonction principale des processus exécutifs est de contrôler l'attention. Il entend par attention un « ensemble limité de ressources cognitives qui peuvent être orientées vers des objets externes ou orientées de façon interne pour coordonner des souvenirs, des pensées et des émotions » (Chevalier, 2010, p.150). Or, dans la mesure où les FE assurent la répartition des ressources attentionnelles et que le fonctionnement de l'horloge interne requiert ces mêmes ressources, un déficit exécutif devrait logiquement impacter les compétences d'estimation temporelle. De plus, un nombre croissant de travaux suggèrent que les ressources attentionnelles qui soutiennent les FE sont les mêmes ressources qui soutiennent également les processus d'estimation temporelle (Brown & Perreault, 2016) ce qui renforce l'hypothèse d'un lien entre inhibition et estimation temporelle.

B. L'IMPLICATION DE L'INHIBITION DANS LES TACHES D'ESTIMATION TEMPORELLE

De récentes études se sont intéressées à l'implication des FE dans les processus temporels, cependant les résultats ne s'accordent pas tous sur le type de processus exécutifs impliqués. Dans le domaine de l'inhibition plus spécifiquement, toutes les études n'offrent pas, de prime abord, les mêmes conclusions quant à une éventuelle implication du système inhibiteur dans les performances temporelles. Toutefois, la majorité des travaux atteste de l'implication de l'inhibition dans les différentes tâches d'estimation temporelle.

Les nombreux travaux de Brown ont démontré que les processus d'estimation des durées partagent des ressources communes avec les processus d'inhibition (Brown, 2006; Brown et al., 2013, 2015; Brown & Perreault, 2016). Pour parvenir à cette conclusion, l'auteur se base sur l'utilisation du concept d'interférence bidirectionnelle, c'est-à-dire que lorsque l'on met un individu en situation de double tâche, on observe une dégradation des performances dans chacune des deux tâches. L'observation de ces dégradations attesterait que ces deux tâches partagent une ressource commune disponible en quantité limitée. Dans leurs différentes études, Brown et ses collaborateurs proposent une tâche de production temporelle et des tâches d'inhibition (type Go/No Go, Stroop, tâche de Flanker, tâche d'antisaccade). Ces tâches sont réalisées une première fois de manière isolée puis combinée dans une situation de double tâche. Dans toutes leurs études, en situation de double tâche, on constate une dégradation des performances dans les deux tâches, attestant d'un effet d'interférence bidirectionnelle.

Dans leur étude, Mäntylä et al. (2007) montrent que dans une tâche de production d'intervalles longs (5 minutes) où le contrôle du temps est possible, les enfants et les adultes ayant un meilleur contrôle inhibiteur

ont de meilleures performances temporelles. Ces résultats sont également retrouvés dans une tâche de reproduction temporelle (Carelli et al., 2007).

Plus récemment, Rattat et Chevalier (2020) ont également constaté la présence d'interférences bidirectionnelles entre des tâches d'inhibition et des tâches de reproduction et de comparaison temporelle. Cependant, l'interférence liée à la double tâche était plus importante dans la tâche de reproduction que dans celle de comparaison temporelle. Cela laisse à penser que le contrôle inhibiteur n'est pas impliqué de la même manière dans toutes les tâches et que la reproduction temporelle semble plus exigeante sur le plan exécutif que la comparaison temporelle.

Pour finir ce tour d'horizon, il est impossible de ne pas évoquer les travaux d'Ogden et ses collaborateurs (Ogden et al., 2011; Ogden et al., 2014; Ogden et al., 2018). Les auteurs se sont questionnés sur l'implication des 3 FE principales dans diverses tâches d'estimation temporelle (estimation verbale, production, reproduction et comparaison de durées). Pour évaluer l'inhibition, ils ont utilisé une tâche de génération aléatoire de lettres. Leurs résultats ne montrent pas de corrélation systématique entre les différentes tâches temporelles et la tâche d'inhibition. Les auteurs suggèrent alors que les ressources inhibitrices seraient recrutées lorsque les exigences dans la tâche temporelle et/ou de la tâche d'interférence sont très élevées.

Au regard de l'ensemble de ces données, il apparaît pertinent d'approfondir la question de l'implication du contrôle inhibiteur dans les processus d'estimation temporelle. De plus, le choix de s'intéresser spécifiquement au contrôle inhibiteur dans notre étude est le fruit de plusieurs réflexions. Tout d'abord, pour avoir une idée globale de l'implication des FE dans les processus d'estimation temporelle, il semble essentiel de se questionner sur l'implication des trois FE principales. Toutefois, il semblait difficile d'explorer un sujet aussi vaste dans un seul projet de mémoire d'une année. Un choix parmi ces trois FE s'est donc imposé, tout en sachant que les deux fonctions restantes seraient, à terme, explorées dans la thèse de doctorat au sein de laquelle s'inclue l'étude conduite dans le cadre du présent mémoire. Les données issues de la littérature ont également alimenté notre réflexion. On trouve relativement peu d'études faisant état d'une implication de la flexibilité cognitive dans les processus d'estimation temporelle (Mäntylä et al., 2007; Ogden et al., 2014). Elle n'apparaît donc pas comme la fonction à investiguer en priorité. La mise à jour de la MdT, quant à elle, est plutôt bien documentée et les chercheurs s'accordent sur son implication dans l'estimation des durées (Carelli et al., 2007 ; Mäntylä et al. 2007 ; Ogden et al., 2011, 2014, 2018). Comme évoqué plus haut, l'inhibition a également suscité l'intérêt de la recherche mais les résultats sont plus hétérogènes. Ainsi étudier l'inhibition permettrait d'apporter de nouveaux éléments en faveur d'un lien entre inhibition et estimation des durées. Pour finir, de manière plus théorique, le modèle de l'unité et de la diversité de Miyake et Friedman (2012) évoqué précédemment montre que le facteur inhibition est en corrélation quasi parfaite avec la FE commune, à l'inverse de la mise à jour de la MdT et de la flexibilité qui, elles, possèdent une composante spécifique propre à chacune. L'absence de caractère spécifique à l'inhibition place cette dernière au cœur du fonctionnement exécutif. C'est donc pour toutes ces raisons que la présente étude s'est focalisée sur le lien entre le contrôle inhibiteur et l'estimation temporelle.

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Cette revue de la littérature a permis de mettre en exergue l'implication du contrôle inhibiteur dans les processus d'estimation temporelle. En effet, de mauvaises performances dans des tâches évaluant le contrôle inhibiteur peuvent induire une diminution des capacités d'estimation temporelle (Carelli et al., 2007; Mäntylä et al., 2007). Or, les précédents mémoires réalisés dans le domaine de la DIL idiopathique (Adda Joint, 2019; Lambert, 2018) ont effectivement mis en évidence une altération des compétences à estimer le temps. Ce déficit impacte fortement le quotidien de ces patients, notamment dans leur capacité d'adaptation. Il est donc essentiel de s'interroger sur l'origine de ce déficit afin de pouvoir proposer un accompagnement adapté à cette population spécifique, et ainsi favoriser leur bien-être.

Compte tenu du lien entre l'efficacité du contrôle inhibiteur et les performances d'estimation temporelle, on suppose que l'écart de performances constaté entre les enfants et adolescents en situation de DIL idiopathique et les TV est davantage dû à un déficit du contrôle inhibiteur qu'à un déficit temporel pur.

La problématique de ce mémoire est donc la suivante : *Dans quelle mesure le niveau de contrôle inhibiteur impacte-t-il les performances d'estimation temporelle chez les enfants et les adolescents en situation de DIL idiopathique ?*

Nos hypothèses théoriques sont les suivantes :

- (1) Nous supposons qu'il existe un déficit à la fois du contrôle inhibiteur et des capacités d'estimation temporelle chez les enfants et adolescents en situation de DIL idiopathique comparativement à des individus tout-venant (TV) de même âge chronologique.
- (2) Nous émettons également l'hypothèse que, comparativement aux individus TV, les capacités d'inhibition et d'estimation temporelle des enfants et adolescents en situation de DIL idiopathique suivent une courbe développementale similaire (amélioration des performances avec l'âge) mais décalée dans le temps (signe d'un retard développemental).
- (3) Enfin, nous pensons qu'à performance d'inhibition équivalente, les capacités d'estimation temporelle des enfants et des adolescents en situation de DIL idiopathique seront comparables à celles des individus TV appariés sur l'âge chronologique.

Pour vérifier ces hypothèses, nous avons mis au point un protocole comportant 6 tâches. Ce protocole a été proposé à des participants âgés de 7 à 20ans, avec ou sans DIL.

METHODE

En raison de la crise du COVID-19, nous n'avons pas pu réaliser le protocole de recherche comme il a été imaginé au départ. En effet, l'échantillon prévu n'a pas pu être constitué. Ce mémoire présente donc les résultats préliminaires de l'étude. Malgré les contraintes et réaménagement, il s'agira dans cette partie d'exposer la méthodologie initialement conçue.

I. POPULATION

A. DESIGN ET POPULATION DE L'ETUDE

Il s'agit d'une étude transversale comparative composée d'un panel de 189 participants âgés de 7 à 20 ans. L'échantillon comprend deux groupes : un groupe expérimental, avec des jeunes porteurs de DIL idiopathique, et un groupe contrôle, avec des sujets TV appariés en AC. Chaque groupe est divisé en trois sous-groupes selon les classes d'âge : 10-12 ans ; 13-16 ans et 17-20 ans (cf tableau 2).

Dans le groupe contrôle, un sous-groupe supplémentaire est constitué d'enfants âgés de 7 à 9 ans. Ce groupe permet de réaliser un appariement sur l'âge développemental. En effet, les sujets du groupe expérimental (DIL) devraient présenter des performances inférieures à celles des sujets du groupe contrôle appariés sur l'AC, et plus proches de celles d'enfants normo-typiques plus jeunes. Nous avons fait ce choix méthodologique en nous appuyant sur la remise en question de la validité d'un appariement en âge mental (AM) par Hessels (Hessels & Gassner, 2010; Tiekstra et al., 2009) qui montre que l'AM ne représenterait pas le réel niveau développemental des personnes porteuses de DIL. Cet appariement sur l'AC, permet donc de comparer les performances des participants du groupe expérimental à celles des participants du groupe contrôle, sans tenir compte de l'âge mais uniquement des scores obtenus sur les tâches d'inhibition et de perception du temps. Un tel appariement sur le niveau réel dans la compétence évaluée a été utilisé très récemment dans une étude évaluant les capacités d'estimation des durées chez des sujets porteurs de DIL et des sujets TV (Rattat & Collié, 2020b).

Afin d'obtenir une puissance statistique satisfaisante, une analyse a été menée pour déterminer le nombre de participants nécessaire au sein de chaque groupe, et ce, en partant de la littérature sur les déficits d'estimation temporelle dans la DIL (Rattat & Collié, 2020b). Les tailles d'effet rapportées (η^2 carré partiel) étant comprises entre .11 et .31, les calculs d'estimation de la taille d'échantillon nécessaires pour un seuil alpha de .05 et une puissance espérée de 80 %, ont permis d'obtenir un nombre de 25 participants par groupe. Compte tenu de la perte expérimentale envisagée, nous avons opté pour des groupes de 27 participants. Actuellement le protocole a pu être administré à 86 participants :

Tableau 2 : Caractéristiques des participants au 01/05/2021

Condition	Classe d'âge	Moyenne d'âge (ET)	Nombre de participants souhaités	Nombre de participants recrutés	% de filles	% de gauchers
DIL	10-12		27			
	13-16	14,4 (1,5)	27	14	35,7	14,3
	17-20	17,7 (1,2)	27	3	66,6	0
TV	7-9	7,4 (0,5)	27	5	100	20
	10-12	11,4 (0,6)	27	25	58,3	29,9
	13-16	13,8 (0,8)	27	15	40	6,6
	17-20	18,9 (1,1)	27	24	69,6	26,1

B. CRITERES DE SELECTION

Concernant les patients porteurs d'une DIL, les critères d'inclusion et de non-inclusion ont été vérifiés grâce au dossier médical. Pour les participants TV, ces critères ont été contrôlés uniquement par l'équipe éducative. En aucun cas un représentant de l'étude n'a pu avoir accès au dossier médical ni au dossier scolaire, pour la protection des données relatives aux participants. Les informations recueillies (critères d'inclusion /non-inclusion) ont été transmises exclusivement par le médecin de la structure ou le directeur de l'établissement scolaire, eux seuls ayant accès aux dossiers.

Critères d'inclusion

Age :

Dans cette étude, le critère primordial d'inclusion est l'âge. Les participants doivent être âgés de 10 à 20 ans pour le groupe expérimental et de 7 à 20 ans pour le groupe contrôle. Le choix de cette tranche d'âge s'appuie sur le rapprochement des compétences temporelles entre les enfants de 10 ans et les adultes d'une part (Droit-Volet, 2001; Droit-Volet & Coull, 2015; Tillman et al., 2017). D'autre part, l'âge maximal a été fixé à 20 ans, dans la mesure où il correspond à la fois à l'âge approximatif de maturation de la connectivité cérébrale (Houdé & Leroux, 2013) et à l'âge de fin de prise en charge en IME pour les patients.

Quotient intellectuel :

Dans le groupe expérimental, seuls les sujets dont le diagnostic de DIL a été préalablement posé ont été inclus. Selon les critères du DSM-5, de la CIM-10 ou de l'AAIDD, cela correspond à un QI moyen compris entre 50-55 et 70. Toutefois, l'INSERM (2016) reconnaît l'existence d'une marge d'erreur de +/- 5 points, soit, pour la marge haute, une possibilité d'inclure les participants ayant un QI allant jusqu'à 75. Pour cette étude, et dans la continuité méthodologique des choix retenus lors des précédents mémoires (Adda Joint, 2019; Guyot, 2020; Lambert, 2018), seuls les sujets porteurs de DIL ayant un QI compris entre 52 et 75 ont été sélectionnés.

Critères de non-inclusion

Etiologie :

Concernant les participants du groupe expérimental, les sujets porteurs d'une DIL dont l'étiologie a été identifiée n'ont pas été inclus (e.g., TSA, trisomie 21). En effet, nous savons que les populations avec de ce type de pathologie présentent des particularités concernant les FE et les capacités d'estimation temporelle (Bauermeister et al., 2005; Costanzo et al., 2013; Gepner, 2006; Gil et al., 2012; Rowe et al., 2006; Vatakis & Allman, 2015).

Troubles associés :

Dans le groupe expérimental, les sujets ayant fait l'objet d'un diagnostic spécifique (e.g., TDA-H, troubles psychiques) n'ont pas été inclus dans l'étude car la recherche fait état de déficit des compétences temporelles chez ces populations (Bauermeister et al., 2005; Rammsayer, 1990; Volz et al., 2001; Yang et al., 2007).

Concernant les participants du groupe contrôle, les sujets ayant redoublé une année scolaire ou ayant fait l'objet d'un diagnostic de trouble neuro-développemental (e.g., dyslexie, dysorthographe, dyspraxie) n'ont pas été intégrés. En effet, des études ont mis en évidence des difficultés d'ordre temporel chez les participants présentant ces différents troubles (Bauermeister et al., 2005; Casini et al., 2017; Gooch et al., 2011; Tartas, 2010).

C. RECRUTEMENT

Les sujets du groupe expérimental ont été recrutés dans différents établissements, IME (Instituts Médico-Educatifs) et SESSAD (Service d'Education Spéciale et de Soins à Domicile), de la région Occitanie. Les sujets du groupe contrôle ont quant à eux été recrutés dans des écoles élémentaires, collèges, lycées et université des régions Occitanie et Nouvelle-Aquitaine. Après avoir obtenu l'accord des directeurs d'établissements, (voir Annexes 1) et de leur équipe, une demande d'autorisation a été transmise à chaque parent (ou tuteur légal) d'enfants et adolescents correspondant aux critères de l'étude (voir Annexes 2). Les enfants et adolescents ont également pu visionner une courte présentation vidéo de l'étude sur laquelle nous leur expliquions ce que l'on attendait d'eux. Le consentement éclairé de chaque enfant et adolescent a été obtenu. Lorsque le participant était majeur, et à condition qu'il ne soit pas sous tutelle, un formulaire de consentement éclairé lui a été directement remis.

II. MATERIEL

Pour l'évaluation des enfants et adolescents porteurs de DIL, la version courte du Wechsler Non Verbal (WNV–Editions ECPA) a été utilisée par les psychologues qui ont procédé aux passations au sein des IME et SESSAD.

Pour la passation des 6 tâches expérimentales proposées, un ordinateur portable Dell a été utilisé. L'ordinateur contrôlait la présentation des stimuli et enregistrerait directement les réponses des participants. Les programmes ont été réalisés grâce à la librairie "pingouin", librairie de statistiques de Python (3.7) (Vallat, 2018).

III. PROTOCOLE

A. PRESENTATION DES TACHES

Cette étude comprend six tâches différentes :

- 1 tâche de mesure de la vitesse de traitement de l'information (VTI) (tâche de temps de réaction à deux choix)
- 3 tâches d'inhibition : deux évaluant l'inhibition de la réponse au profit d'une autre (tâche d'interférence multi-source et tâche d'interférence de la taille des animaux) et une évaluant l'inhibition sans réaction (tâche de Go-No Go).
- 2 tâches d'estimation temporelle (reproduction temporelle et bissection temporelle)

Nous avons choisi d'inclure une mesure de la VTI afin de pouvoir prendre en compte l'impact de cette variable dans notre étude. En effet, les personnes en situation de DIL présentent généralement un ralentissement psychomoteur en comparaison à des sujets TV (INSERM, 2016), se traduisant par des temps de réaction plus élevés. Par ailleurs, les tâches évaluant de manière pure les FE, n'impliquant aucune autre FE ou une mesure involontaire de la VTI sont rares. Nous nous attendons donc à ce que les tâches que nous proposons puissent partiellement dépendre de ce facteur. Aussi, l'utilisation d'une tâche évaluant la VTI permettra-t-elle de pouvoir évaluer dans quelle mesure les performances de nos participants sont liées ou non à cette variable. Elle sera donc prise en compte uniquement lors de comparaisons entre les deux groupes (DIL vs TV).

Toujours au regard des difficultés à évaluer les FE de manière pure, nous avons également inclus différentes mesures des capacités d'inhibition (Best & Miller, 2010; Chevalier, 2010; Friedman et al., 2008; Miyake & Friedman, 2012). En effet, des problèmes méthodologiques ont été identifiés dans différents travaux (Chevalier, 2010), la plupart des tâches évaluant les FE impliquant souvent plusieurs FE à la fois ou des fonctions non-exécutives. De cette manière, il est difficile de déterminer dans quelle mesure les résultats reflètent la variance exécutive, et donc d'interpréter les résultats. Afin de pallier cette limite, il est possible de réaliser une analyse des variables latentes. Cette technique consiste à extraire statistiquement la variance commune entre plusieurs tâches choisies pour exploiter le même concept sous-jacent, ici l'inhibition (Miyake et al., 2000). Cette méthode nécessite l'analyse des résultats sur au moins 3 tâches ciblant la même FE. Par manque de temps et moyens, nous ne réaliserons pas cette analyse des variables latentes, cette dernière sera étudiée dans la thèse en cours de réalisation au sein du laboratoire SCoTE. Cela explique néanmoins pourquoi nous avons choisi d'inclure 3 tâches d'inhibition dans notre protocole.

Les tâches d'estimation temporelle sont issues d'études qui se sont intéressées au développement des compétences d'estimation temporelle tout au long de l'enfance et de l'adolescence (Droit-Volet et al., 2015; Rattat & Collié, 2020).

Le choix de ces tâches pour nos différentes mesures s'intègre également dans un projet plus global dans lequel sont impliqués différents chercheurs du laboratoire SCoTE de l'université Champollion d'Albi. Il s'agit de valider un certain nombre de tâches évaluant le fonctionnement cognitif, dont font partie les tâches de vitesse de traitement, l'estimation temporelle et le contrôle inhibiteur, sur tous les âges de la vie, de la petite enfance au grand âge.

- **Tâche de temps de réaction à deux choix (CRT)**

Cette tâche, inspirée du travail d'Albinet et al. (2012), a pour but d'évaluer la vitesse de traitement de l'information. Les participants ont été invités à répondre aussi rapidement et précisément que possible aux deux stimuli susceptibles d'être présentés : si la flèche affichée était orientée vers la droite (>), le participant devait appuyer avec la main droite sur la touche de droite du boîtier-réponse, si la flèche était orientée vers la gauche (<), il devait appuyer avec la main gauche sur la touche de gauche. Les flèches restaient affichées sur l'écran de l'ordinateur jusqu'à ce que la réponse soit donnée. Avant chaque essai, un point de fixation (+) était présenté durant 150 ms. Après deux essais d'entraînement, les participants ont effectué un bloc de 16 essais d'entraînement. Ensuite, ils ont effectué deux blocs de 44 essais, dans lesquels ils ont été invités à essayer d'être plus rapides que lors des blocs d'essais d'entraînement.

- **Tâche d'interférence multi-source**

Cette tâche est inspirée de celle de Bush et Shin (2006). Les participants disposaient d'un clavier composé de 3 touches alignées qui représentent les chiffres 1, 2, et 3. Des séries de trois chiffres apparaissent, toutes les 2 secondes, au centre de l'écran. Il y avait toujours un chiffre différent des deux autres. Les participants ont dû identifier le chiffre différent et appuyer sur la touche correspondante. On distinguait deux types d'essais : les essais de contrôle et les essais d'interférence. Lors des essais de contrôle, le numéro cible correspondait toujours à sa position sur le bouton (par exemple, le numéro 1 apparaît dans la première position). Lors des essais d'interférence, la cible ne correspondait jamais à sa position sur le bouton de pression, et les distracteurs étaient eux-mêmes des cibles potentielles (par exemple, 233, la bonne réponse est "2"). Dans la première partie du test, les participants ont d'abord effectué un entraînement avec uniquement des essais de contrôle puis un entraînement avec uniquement des essais d'interférence (repartis en 4 blocs de 24 essais soit 96 essais par type d'essais). La seconde partie du test comportait 8 blocs de 24 essais, 4 blocs d'essais de contrôle dans un premier temps puis 4 blocs d'essais d'interférence soit un total de 192 essais.

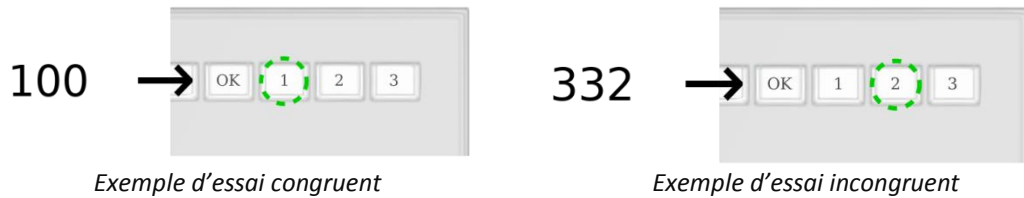


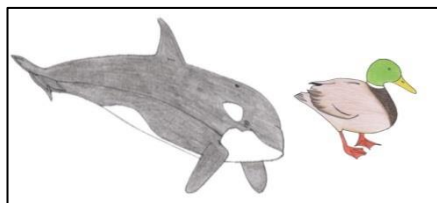
Figure 3 : Illustration de la tâche d'interférence multi-source

- **Tâche d'interférence de la taille des animaux (RAST)**

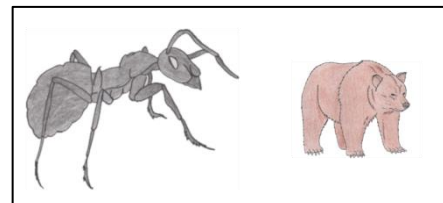
Cette tâche est celle utilisée récemment par Rattat et Chevalier (2020). Dans cette tâche, pour chaque essai, deux dessins d'animaux de tailles différentes (un grand et un petit) ont été présentés côte à côte. Les participants étaient invités à appuyer sur une touche du même côté que l'animal qui est le plus grand dans la vie réelle. Il y a, dans cette épreuve, deux situations proposées :

- les essais congruents : l'animal le plus grand dans la vie réelle est visuellement plus grand à l'écran
- les essais incongruents : l'animal le plus grand dans la vie réelle est visuellement plus petit à l'écran, ce qui crée une interférence entre la taille réelle et la taille visuelle. Dans ces essais, les participants ont eu à inhiber la taille visuelle saillante afin de réagir en fonction de la taille de l'animal dans la vie réelle.

La tâche comprenait 48 essais expérimentaux (24 essais congruents et 24 essais incongruents) présentés dans un ordre aléatoire, avec un intervalle de 1500 ms entre les essais.



Exemple d'essai congruent



Exemple d'essai incongruent

Figure 4 : Illustration de la tâche d'interférence de la taille des animaux

- **Tâche de Go/No Go**

Cette tâche est inspirée du travail du Chevalier et al. (2014). Les participants devaient appuyer sur le bouton-réponse aussi rapidement que possible lorsqu'un stimulus cible (un poisson jaune ou rouge) était présenté et inhiber la réponse lorsque le stimulus non-cible (un poisson bleu ou violet) apparaissait à l'écran. Les participants disposaient de deux touches : une touche verte, à droite, qui permettait d'être dans le bateau de pêche et une touche bleue, à gauche, qui permettait de pêcher (50% des participants avaient les touches inverses pour réaliser un contre-balancement). Il fallait appuyer sur le bouton vert et le maintenir enfoncé pendant toute la durée de la tâche afin de rester sur le bateau. La tâche était programmée de telle sorte que l'essai suivant n'était pas présenté si le bouton vert n'était pas maintenu. Lorsqu'un stimulus cible (un bon poisson) apparaissait, il fallait attraper le poisson en relâchant le bouton vert et en appuyant sur le bouton bleu, puis revenir rapidement au bouton vert. Lorsqu'un stimulus non-cible apparaissait, il fallait rester sur le bateau (c'est-à-dire de continuer à appuyer sur le bouton vert). Un écran blanc de 1000 ms précédait tous les stimuli. Il y avait 15 essais

d'entraînement de stimuli cible, 24 essais d'entraînement supplémentaires avec les deux types d'essais (avec 50% de No Go pour assurer la compétence), et quatre blocs de test, chacun contenant 40 essais (25% de No Go, 75% de Go pour augmenter la prépotence des réponses).

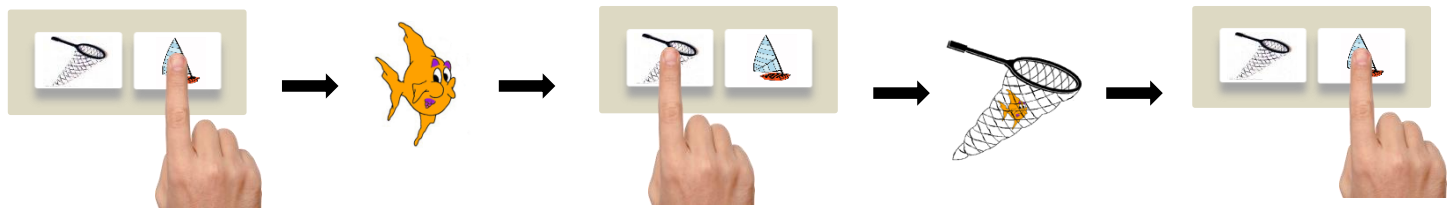


Figure 5 : Illustration du procédé de la tâche Go/No Go

- **Tâche de reproduction temporelle**

Cette tâche consistait à reproduire la durée d'apparition d'un cercle bleu sur l'écran de l'ordinateur. La pression sur la touche OK démarrait chaque essai en faisant apparaître un cercle bleu au centre de l'écran. Puis, après 500 ms de délai, apparaissait une croix de fixation. Un appui sur la touche OK faisait immédiatement apparaître à nouveau le même cercle bleu. Le participant devait alors appuyer à nouveau sur la touche OK pour arrêter la présentation du cercle quand il estimait que sa durée était similaire à celle du cercle présenté juste avant. Sept durées différentes ont été utilisées : 400, 470, 530, 600, 670, 730 et 800 ms, et chacune a été présentée 6 fois (Droit-Volet et al., 2015). Ainsi, chaque participant a réalisé 42 essais, 6 pour chacune des 7 durées. Les 7 durées ont été randomisées à l'intérieur de chacun des 6 blocs.



Figure 6 : Illustration du procédé de la tâche de reproduction

- **Tâche de bissection temporelle**

La tâche de bissection temporelle est une tâche de discrimination de durées arbitraires classiquement utilisées dans les travaux sur l'estimation du temps (e.g., Droit-Volet et al., 2015). Cette tâche comportait 3 phases successives.

- PHASE 1 : Présentation de chacune des 2 durées standard (5 fois) : courte (400 ms) et longue (800ms)
- PHASE 2 : Apprentissage : les standards Court et Long étaient présentés de manière aléatoire et le participant devait indiquer à chaque fois s'il s'agissait du stimulus Court ou du stimulus Long, en appuyant sur la touche correspondante du boîtier-réponse. L'apprentissage se terminait après un bloc de 8 essais réussis avec zéro ou une seule erreur. Un feedback indiquant si la réponse était correcte (smiley souriant) ou incorrecte (smiley triste) était donné après chaque réponse

- PHASE 3 : Test : les standards Court (400 ms) et Long (800 ms) ainsi que des stimuli de durées intermédiaires (470 ms, 530 ms, 600 ms, 670 ms, 730 ms) étaient présentés de manière aléatoire et le participant devait indiquer à chaque fois si la durée du cercle ressemblait plus à la durée standard Courte ou Longue, en appuyant sur la touche correspondante. Cette phase comprenait 56 essais (8 blocs de 7 essais - un essai pour chaque durée). Aucun feedback n'était donné.

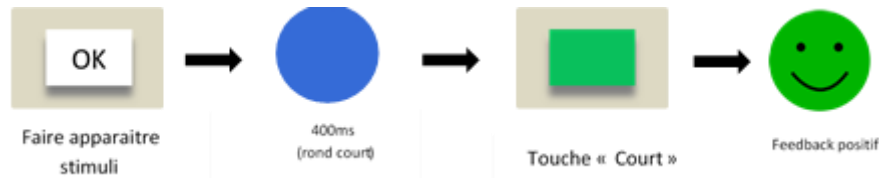


Figure 7 : Illustration de la PHASE 2 de la tâche de bissection

B. ORDRE DE PRESENTATION

Les 6 tâches précédemment présentées ont été réparties en deux blocs :

- Bloc 1 : les 3 tâches d'inhibition :
 - Tâche d'interférence de la taille des animaux
 - Tâche d'interférence multi-source
 - Tâche de Go-No Go
- Bloc 2 : vitesse de traitement et tâches temporelles :
 - Tâche de temps de réaction à deux choix
 - Tâche de reproduction temporelle
 - Tâche de bissection temporelle

L'ordre de passation entre le bloc 1 et le bloc 2 a été contrebalancé, chacun étant réalisé sur une journée différente. Dans le bloc 1, l'ordre des tâches était également contrebalancé. Dans le bloc 2, la tâche de vitesse de traitement de l'information était toujours réalisée en premier, suivie des deux tâches temporelles réalisées dans un ordre aléatoire. En effet, nous tenions à éviter un biais de fatigabilité sur une tâche telle que le CRT dont l'objectif de rendre compte d'une vitesse.

IV. PASSATION

Chaque participant a été testé individuellement par une étudiante en orthophonie ou une doctorante en psychologie, dans un environnement calme (pièce fermée et non bruyante de l'établissement). Chaque participant a réalisé deux sessions distinctes d'environ 40 minutes chacune sur 2 jours différents.

Dans un premier temps, le but de l'étude ainsi que son déroulement ont été expliqués au participant Il était nécessaire de s'assurer que chacun.e comprenne bien les tenants et aboutissants de ce projet de recherche. Le second temps a été consacré à la passation des différentes tâches.

V. PROTECTION DES PERSONNES ET DES DONNEES

Afin de garantir l'intégrité éthique et scientifique de ce projet de recherche, un dossier a été soumis au Comité d'Éthique de la Recherche (CER) de Toulouse qui a rendu un avis favorable (Voir Annexe 3).

A. CONSENTEMENT ECLAIRE ET CRITERE D'ARRET

Comme expliqué précédemment, le consentement de chaque participant et/ou de son représentant légal a été recueilli avant d'intégrer le participant à l'étude (voir Annexe 2). Le consentement oral de chaque participant était recueilli avant de débiter chaque session de tests.

Dans le formulaire de consentement éclairé, il est stipulé que toute personne incluse dans l'étude et participant à la recherche peut, en tout temps, décider de se retirer de son plein gré sans avoir à fournir de motif et demander à ce que les données alors collectées soient détruites. D'autre part, les responsables scientifiques de ce projet et les expérimentateurs peuvent à tout moment mettre un terme à la participation d'un sujet à l'étude pour toute raison jugée menaçante pour le participant et ainsi retirer le participant en question de l'échantillon final.

B. PROCESSUS D'ANONYMISATION

Chaque participant s'est tout d'abord vu attribuer aléatoirement un code sujet (unique et propre à cette étude), celui-ci étant directement inscrit sur le logiciel de passation. Ces codes sont renseignés dans une table de correspondance qui permettra d'établir le lien entre les numéros d'anonymat et l'identité des participants. Elle sera conservée par les seuls responsables scientifiques (Anne-Claire Rattat et Isabelle Collié) jusqu'à la fin de l'étude (publications comprises) puis archivée dans une armoire sous clé au laboratoire SCoTE (INU Champollion - Albi), de manière à ce que les données d'un participant puissent être supprimées sur demande, à n'importe quel moment.

Le design de l'étude rend très difficile un processus complet d'anonymisation, dans la mesure où les groupes sont répartis selon l'âge chronologique des participants. À partir du numéro de code attribué aléatoirement à chaque participant, les responsables scientifiques auront donc accès à l'âge des participants. Une fois les groupes constitués en vue des appariements, seuls les numéros de code seront utilisés pour traiter les données. Toutefois, la table de correspondance et les informations sur l'identité des participants s'y trouvant seront bien conservées

afin de pouvoir rattacher le numéro de code à l'identité du participant correspondant et ainsi de répondre à des demandes de retrait le cas échéant.

Il est également important de préciser qu'aucun moyen (direct ou indirect) ne permettra de reconnaître l'identité du participant lors de la présentation des résultats dans un colloque ou dans des revues scientifiques.

C. PERSONNES AYANT ACCES AUX DONNEES

Durant toute la durée de l'étude, seules les personnes qui dirigent et surveillent la recherche auront accès aux données individuelles archivées sur support papier ou informatique, à savoir la responsable scientifique (Anne-Claire Rattat), la seconde responsable du projet (Isabelle Collié) et les 2 étudiantes qui feront passer les différentes tâches (Leïla Margouti et Elsa Gourlat). A la fin de l'étude, ces données ne seront accessibles qu'aux responsables scientifiques de l'étude.

VI. VARIABLES

Le plan d'expérience se compose de 2 variables indépendantes inter-sujets : la variable « âge » à 4 modalités (7-9 ; 10-12 ; 13-16 ; 17-20) et la variable « sujets » avec 2 modalités (DI ; TV). Les variables dépendantes sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des variables dépendantes

Variables dépendantes			
Vitesse de traitement de l'information	Inhibition	Tâches temporelles	
- Temps de réaction (TR)	- Temps de réaction (TR)	<i>Reproduction temporelle</i>	<i>Bisection temporelle</i>
- % de réponses correctes (RC)	- % de réponses correctes (RC)	- Score de précision	- Point d'égalité subjective (PES)
	- Score d'interférence	- Coefficient de variation (CV)	- Ratio de Weber (RW)
	- Score d'		- Indice de pente

Les formules permettant de calculer ces variables sont disponibles en annexes (cf Annexe 5). Les données récoltées ont été traitées et analysées avec les logiciels d'analyses statistiques SPSS et JASP. La taille des effets a été calculée pour tous les effets significatifs ($p \leq .05$). Différents tests statistiques ont été réalisés. Des tests de type Mann-Whitney (2 groupes) ou Kruskal Wallis (3 groupes et +) pour groupes indépendants ont été réalisés pour les comparaisons intergroupes. Des tests pour groupes appariés de type Wilcoxon ou Friedman ont été utilisés pour les comparaisons intra-groupes.

HYPOTHESES OPERATIONNELLES ET RESULTATS

Dans la mesure où l'échantillon initialement prévu n'a pas pu être intégralement constitué, les analyses statistiques ont été réalisées uniquement sur certains groupes à savoir : DIL 13-16 ans, TV 10-12 ans, TV 13-16 ans et TV 17-20 ans. En premier lieu, nous avons comparé les groupes DIL et TV 13-16 ans. Et en second lieu, nous avons réalisé une analyse développementale des sujets TV de 10 à 20 ans. Les différents résultats obtenus sont présentés en lien avec les hypothèses opérationnelles de notre étude, celles-ci étant organisées par tâche.

I. DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES

Afin d'observer d'éventuelles différences dans les données sociodémographiques entre les groupes, nous avons réalisé des comparaisons de moyenne entre des groupes concernant ces données pour les différentes variables.

Pour les sujets en situation de DIL, les comparaisons de groupes préliminaires ont mis en évidence un effet de la variable sexe sur le score de précision dans la tâche de reproduction temporelle ($U=38, p < .05$). Chez les sujets TV, on retrouve un effet de la variable sexe sur les pourcentages de CR ($U=640.5, p < .05$), dans les TR du multi-source ($U=322, p < .05$) et pour le PES de la tâche de bissection ($U=622, p < .05$).

Pour la latéralité, on retrouve, chez les sujets TV, uniquement un effet sur la tâche de Go-No Go pour les variables TR des No Go ($U=159.5, p < .05$) et les TR des Fausses Alarmes ($U=159.5, p < .05$). Aucun effet de la variable latéralité n'est retrouvé dans le groupe DIL.

On ne retrouve pas d'effet de l'ordre de présentation des blocs, ni chez les sujets DIL, ni chez les sujets TV.

Dans la tâche de bissection, les analyses du contrebalancement des touches du boîtier n'ont mis en évidence aucun effet principal de cette variable sur aucune VD, tant pour le groupe DIL que pour les groupes TV.

Concernant le Go-No Go, les analyses de Kruskal-Wallis montrent, pour le groupe DIL, un effet des conditions sur la variable d' ($H(3) = 8.15 ; p < .05$), mais pas d'effet du contrebalancement de la position du bateau/filet sur l'indice d' ($H(1) = 0.22 ; p > .05$). Les analyses post-hoc (tests de Dunn) sur l'indice d' montrent que les performances des sujets dans la condition 1 sont inférieures aux autres conditions expérimentales (2, 3 & 4). Aucun effet des conditions ou du contrebalancement n'a été observé sur les TR chez les sujets DIL. On ne retrouve aucun effet des contrebalancements ou des conditions dans les groupes TV.

Ces différentes analyses mettent en évidence des effets significatifs pour certaines de ces variables secondaires sur nos données. Ces effets peuvent être pris en compte en les incluant en tant que co-variables

dans la suite des analyses. N'ayant pas pu être réalisé dans ce mémoire, il sera important de le considérer dans les analyses ultérieures.

Nous pouvons toutefois donner ici quelques explications potentielles à certains de ces effets. Par exemple, concernant les différences de genre, nous avons pu constater sur le plan clinique que les femmes semblaient davantage privilégier la précision à la rapidité de réponse et inversement pour les hommes. Or, il a déjà été montré que les garçons sont plus sensibles aux difficultés attentionnelles et exécutives avec davantage d'impulsivité dans leurs réponses (HAS, 2014). Cela pourrait expliquer, en partie, les effets de genre constatés dans notre étude. De la même manière, pour l'effet de la latéralité, on peut supposer que l'adaptation dont les gauchers font preuve au quotidien a pu les avantager lors du contre-balancement gauche/droite du bateau et du filet.

II. COMPARAISON DES GROUPES DIL VS TV AGES DE 13 A 16ANS

Le tableau 4 ci-dessous présente une synthèse des analyses statistiques réalisées sur les groupes de DIL et TV âgés de 13 à 16 ans pour les différentes tâches. Afin de vérifier si les conditions d'application (normalité, d'homoscédasticité et de sphéricité) de l'analyse de la variance (ANOVA) sont respectées, des analyses ont été préalablement réalisées (Shapiro-Wilk, Levene, Bartlett et Mauchly). Ces conditions n'étant pas respectées, et au vu du faible nombre de participants, des analyses non paramétriques ont été effectuées afin de détecter d'éventuels effets entre les différentes variables.

Tableau 4 : comparaison des résultats dans les différentes tâches : DIL vs TV 13-16ans

Variables en fonction de tâches		DIL 13-16ans	TV 13-16ans	U	P-value
CRT	TR médian (ms)	483	353	190	$p < .05$
	% RC	95,74	94,41	102.5	$p > .05$
Bissection	PES	664,35	651,06	115	$p > .05$
	RW	0,68	0,19	181	$p < .05$
	Indice de pente	0,12	0,23	27.5	$p < .05$
Reproduction	Score de précision	0,33	0,03	137	$p > .05$
	Coefficient de variation	0,37	0,28	153	$p < .05$
RAST	TR_Score d'interférence (ms)	93	67	136.5	$p > .05$

	% RC Score d'interférence	-0,09	-0,06	90	p >.05
Multi-source	TR_Score d'interférence (ms)	785	547	168	p < .05
	% RC_Score d'interférence	-0,17	-0,09	83	p >.05
Go-No Go	d'	3,07	3,87	41.5	p < .05
	TR médian Hit (ms)	1072	1032	120	p >.05
	TR médian FA (ms)	729	924	47	p >.05

A. TACHE DE VITESSE DE TRAITEMENT : LE CRT

Hypothèse opérationnelle :

Dans la tâche de CRT, on s'attend à observer un profil déficitaire chez les sujets DIL se caractérisant soit par un temps de réaction significativement plus élevé, soit par un taux de précision significativement plus faible comparativement aux sujets TV appariés sur l'AC.

Les analyses de comparaisons intergroupes ne mettent pas en évidence de différence significative entre les deux groupes pour les pourcentages de réponses correctes ($U = 102.5, p > .05$). En revanche, les temps de réaction médians des participants DIL sont significativement supérieurs à ceux des participants TV ($U = 190, p < .05$) (cf. Tableau 4).

B. LES TACHES TEMPORELLES

1. BISSECTION TEMPORELLE

Hypothèse opérationnelle :

Dans la tâche de bisection temporelle, on s'attend à observer, dans le groupe DIL, un RW significativement supérieur, un PES qui ne diffèrera pas entre les deux groupes et un indice de pente significativement inférieur au groupe TV apparié sur l'AC.

- **Le point d'égalité subjective (PES)**

Pour rappel, le PES est la valeur du stimulus pour laquelle le participant répond aussi souvent *court* que *long* (i.e., la proportion de réponses *long* est de .50). Une augmentation de la valeur du PES (i.e., un décalage de la courbe vers la droite) suggère que les participants répondent plus fréquemment *court* et donc sous-estiment

les durées ; et inversement une diminution de la valeur du PES (i.e., un décalage de la courbe vers la gauche) suggère que les participants répondent plus fréquemment *long* et donc surestiment les durées.

Les analyses de comparaisons intergroupes ne mettent pas en évidence de différence significative entre les deux groupes pour le PES ($U = 115, p > .05$), on ne constate pas de décalage significatif de la courbe, ni vers la gauche, ni vers la droite (cf. Figure 8).

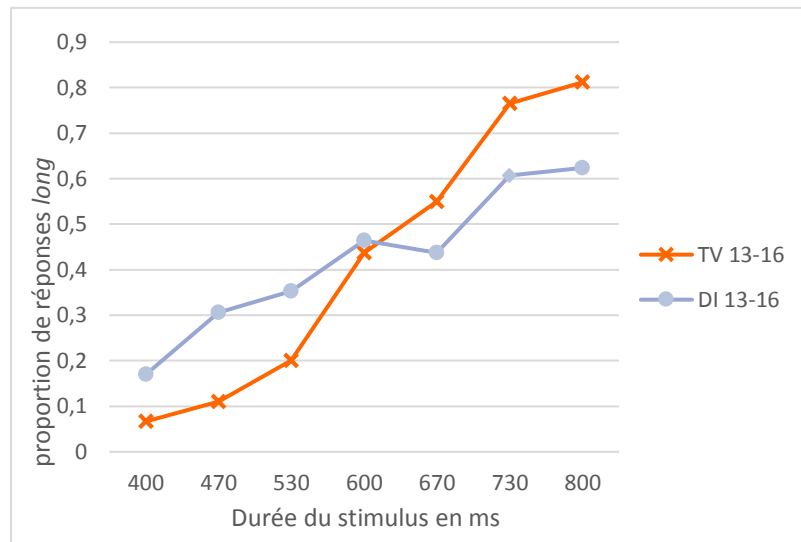


Figure 8 : Courbe de bissection chez les participants DI et TV âgés de 13 à 16 ans.

- **L'indice de pente**

Cet indice est calculé, pour chaque participant, via une régression linéaire portant sur la partie la plus abrupte de la fonction psychophysique (Church & Deluty, 1977; Wearden, 1991), ce qui en fait un indice particulièrement pertinent pour examiner les variations au niveau de la sensibilité au temps. En effet, plus la courbe de bissection est plate, plus l'indice de pente est faible (tend vers 0), et moins la sensibilité au temps est bonne. Inversement plus la courbe de bissection est abrupte, plus l'indice de pente est élevé (tend vers 1), et meilleure est la sensibilité au temps.

Les analyses de comparaisons intergroupes mettent en évidence une différence significative entre les deux groupes concernant l'indice de pente ($U = 27,5, p < .05$). Celui-ci est significativement inférieur pour le groupe DI (cf. Tableau 4) ce qui traduit une sensibilité au temps moindre que pour le groupe TV.

- **Le ratio de Weber (RW)**

Une autre façon d'évaluer la sensibilité au temps classiquement utilisée dans les études est de calculer le RW (Droit-Volet et al., 2015; Droit-Volet & Wearden, 2001; Provasi et al., 2011; Rattat & Collié, 2020). Celui-ci est compris entre 0 et 1, et plus sa valeur est faible, meilleure est la sensibilité au temps. Inversement, plus sa valeur est élevée, moins bonne est la sensibilité au temps.

Les analyses de comparaisons intergroupes mettent en évidence une différence significative entre les deux groupes au niveau du ration de Weber ($U = 181 ; p < .05$). Le RW est significativement plus élevé pour le groupe DIL (cf. Tableau 4) ce qui reflète chez eux une moins bonne sensibilité au temps, comparativement au groupe TV ; confortant ainsi les résultats obtenus avec l'indice de pente de la courbe de bissection.

2. REPRODUCTION TEMPORELLE

Hypothèse opérationnelle :

Dans la tâche reproduction temporelle, on s'attend à observer, dans le groupe DIL, une durée moyenne reproduite similaire à celle des TV (i.e., aucune surestimation ou sous-estimation temporelle) mais un coefficient de variation significativement supérieur au groupe TV apparié sur l'AC.

Les analyses de comparaisons intergroupes ne mettent pas en évidence de différence significative entre les deux groupes pour les scores de précision ($U = 137, p > .05$). En revanche, il existe une différence significative au niveau des coefficients de variation ($U = 153, p < .05$), ceux-ci étant significativement plus élevés pour le groupe DIL que pour le groupe TV (cf. Tableau 4).

C. LES TACHES D'INHIBITION

1. LE RAST ET L'INTERFERENCE MULTI-SOURCE

Etant donné que ces deux tâches possèdent des VD identiques, elles ont été regroupées pour la formulation des hypothèses opérationnelles.

Hypothèses opérationnelles :

Dans les tâches de RAST et d'interférence multi-source, on s'attend à observer un effet de la condition congruent/incongruent, soit avec des TR allongés, soit avec un nombre de RC inférieures pour les essais incongruents, ceci chez les participants DIL comme chez les participants TV.

Dans ces deux tâches, on s'attend également à observer un profil déficitaire chez les sujets DIL se caractérisant soit par un score d'interférence des TR significativement supérieur soit par un score d'interférence du pourcentage de réponses correctes significativement inférieur comparativement aux sujets TV appariés sur l'AC.

- **Le RAST**

Les analyses de comparaisons intragroupes montrent un effet principal significatif du type d'essai sur les temps de réaction ($W = 7, p < .05$) et les pourcentages de réponses correctes ($W = 40, p < .05$) pour les sujets TV. En revanche, chez les sujets DIL, l'effet du type d'essai n'est retrouvé que sur les temps de réaction ($W = 0 ; p < .05$).

Les analyses de comparaisons intergroupes ne mettent pas en évidence de différence significative entre les deux groupes, ni pour les temps de réaction ($U = 136.5$; $p > .05$) ni pour les pourcentages de réponses correctes ($U = 90$; $p > .05$) (cf. Tableau 4).

- **L'interférence multi-source**

Les analyses de comparaisons intragroupes montrent un effet principal significatif du type d'essai sur les temps de réaction (DIL : $W = 0$, $p < .05$; TV : $W = 0$, $p < .05$) et les pourcentages de réponses correctes (DIL : $W = 120$, $p < .05$; TV : $W = 104$, $p < .05$), quel que soit le groupe.

De plus, aucune différence significative n'émerge entre les deux groupes pour les pourcentages de réponses correctes ($U = 83$, $p > .05$). En revanche, les temps de réaction médians des sujets DIL sont significativement plus longs que ceux des sujets TV ($U = 168$, $p < .05$) (cf. Tableau 4).

2. LE GO-NO GO

Hypothèses opérationnelles :

Dans la tâche de Go-No Go, on s'attend à observer une proportion de Hits supérieure aux Réponses Correctes chez les TV comparativement aux DIL. On s'attend à ce que cette différence entre Hits et Réponses Correctes soit moins marquée chez les participants DIL. De plus, on s'attend à observer des TR supérieurs pour les réponses Hit aux Fausses Alarmes, avec une différence d'autant plus marquée dans le groupe DIL.

On s'attend également à observer, chez les sujets DIL, un score d' (sensibilité à l'inhibition) significativement inférieur aux sujets TV de même AC. Concernant les TR, on suppose que les sujets TV auront des TR aux Hits plus courts que les sujets DIL (pas d'interférence). A l'inverse, pour les Fausses Alarmes, on s'attend à ce que les sujets DIL aient des TR plus courts que les sujets TV (moins bonne inhibition motrice dans le groupe DIL).

Les analyses de comparaisons intragroupes ne montrent pas d'effet du type de stimulus sur le nombre de réponses correctes, ceci quel que soit le groupe (DIL : $W = 52$; $p > .05$; TV : $W = 42,5$; $p > .05$). Elles montrent également des TR pour les réponses Hit supérieurs à ceux des Fausses Alarmes pour les sujets DIL uniquement ($W = 65$; $p < .05$).

Les analyses de comparaisons intergroupes ne mettent pas en évidence de différence significative entre les deux groupes pour les différents TR. En revanche, le score d', reflétant la sensibilité à l'inhibition est significativement différent entre les deux groupes ($U = 41.5$, $p < .05$) (cf. Tableau 4). Autrement dit, les participants DIL produisent significativement moins de réponses correctes aux essais Go (Hits) que les sujets TV (93,27% vs 96,01%) ; ils ont donc davantage manqué les essais Go (Miss). Les participants DIL ont davantage réagi aux essais No Go (Fausses Alarmes) que les sujets TV, par conséquent, ils ont significativement moins de réponses correctes aux essais No Go (Réponses Correctes) que leurs pairs TV (90,89% vs 95,9%).

III. ANALYSE DEVELOPPEMENTALE CHEZ LES PARTICIPANTS TV

Cette comparaison a pu être effectuée sur les trois groupes d'âge suivants : les TV 10-12ans ; les TV 13-16ans et les TV 17-20 ans afin de vérifier s'il existe une évolution développementale des fonctions exécutives et des capacités d'estimation temporelles.

Là-encore, comme dans les analyses précédentes, les conditions d'application (normalité, d'homoscédasticité et de sphéricité) de l'ANOVA n'étant pas respectées, des analyses non paramétriques ont été effectuées afin de déceler d'éventuels effets entre les différentes variables.

A. LES TACHES TEMPORELLES

Hypothèse opérationnelle :

Dans les tâches de temporelles (bisection et reproduction), on ne s'attend pas à observer d'évolution des performances (durée moyenne reproduite, coefficient de variation, point d'égalité subjective, ratio de Weber et indice de pente) avec l'âge.

1. BISSECTION TEMPORELLE

Aucune différence significative n'a émergé entre les trois groupes d'âge que ce soit sur le PES (test de Kruskal Wallis, $H(2) = 3.48, p > .05$), l'indice de pente : $H(2) = 5.66, p > .05$ ou le RW : $H(2) = 4.70, p > .05$ (cf. Figures 9 et 10).

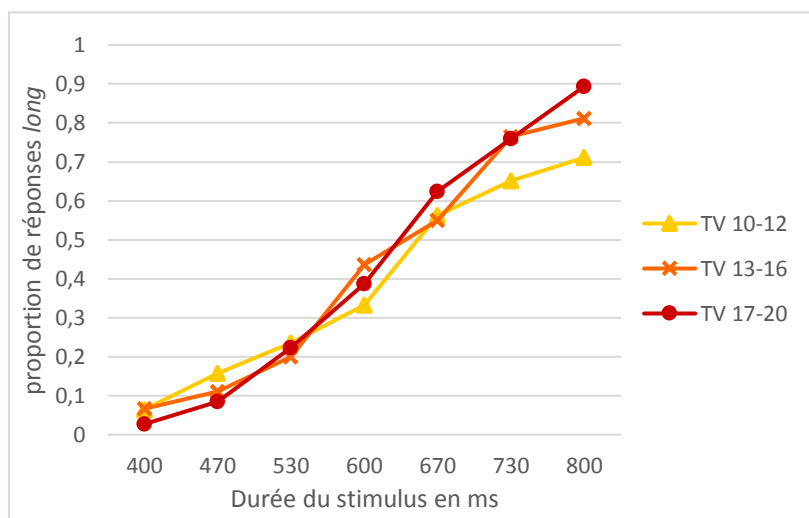


Figure 9 : Courbes de bisection des participants TV pour les 3 groupes d'âges

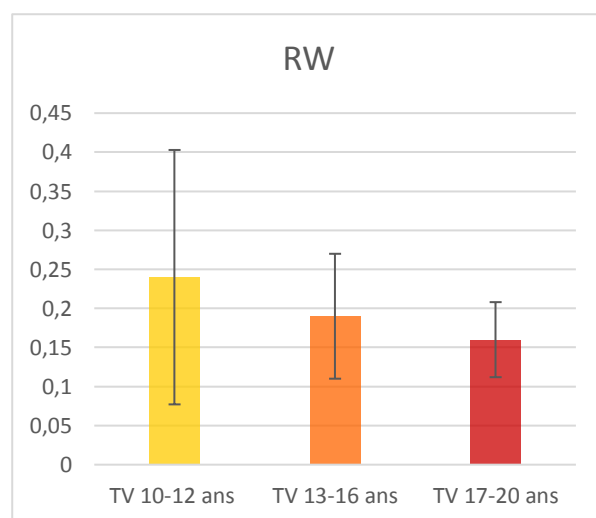


Figure 10 : Ratio de Weber avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

2. REPRODUCTION TEMPORELLE

Les tests de comparaisons intergroupes Kruskal Wallis n'ont révélé aucune différence significative entre les trois groupes d'âge pour les scores de précision ($H(2) = 0.28, p > .05$). En revanche, l'effet principal du groupe d'âge est significatif pour les coefficients de variation ($H(2) = 12.41, p < .05$). Les comparaisons post-hoc (test de Dunn) montrent qu'il existe une différence significative entre le groupe 17-20 et le groupe 10-12 d'une part ($z = 3.40, p < .05$), et le groupe 13-16 d'autre part ($z = 2.34, p < .05$). Les scores de précision ne diffèrent pas significativement entre les groupes 10-12 ans et 13-16 ans ($z = 0.65, p > .05$). Autrement dit, le coefficient de variation du groupe 17-20 ans est significativement inférieur à celui des deux autres groupes (cf Figure 11).

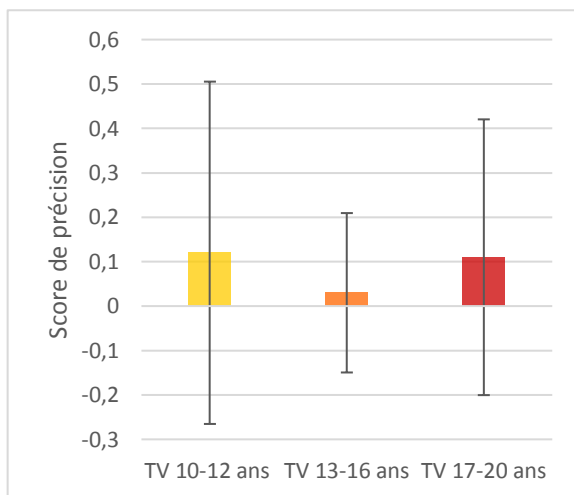


Figure 11 : Score de précision avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

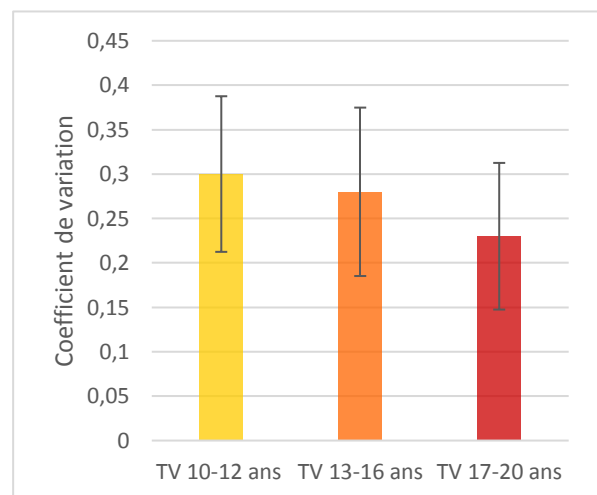


Figure 12 : Coefficient de variation avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

B. LES TACHES D'INHIBITION

1. LE RAST ET L'INTERFERENCE MULTI-SOURCE

Hypothèses opérationnelles :

Dans les tâches de RAST et d'interférence multi-source, on s'attend à observer un effet de la condition congruent/incongruent, soit avec des TR allongés, soit avec un nombre de RC inférieurs pour les essais incongruents, ceci quel que soit le groupe d'âge.

Dans ces deux tâches, on s'attend à observer dans le groupe des 10-12 ans, un score d'interférence des TR significativement supérieur et un score d'interférence du pourcentage de réponses correctes significativement inférieur comparativement aux groupes des 13-16 ans et des 17-20 ans. En revanche, on ne s'attend pas à observer de différence pour ces deux variables entre le groupe des 13-16 ans et des 17-20 ans).

- **Le RAST**

Les analyses de comparaisons intragroupes montrent un effet principal significatif du type d'essai pour les 3 groupes d'âge à la fois sur les TR (TV 10-12 ans : $W = 10, p < .05$; TV 13-16 ans : $W = 7, p < .05$; TV 17-20 ans : $W = 26, p < .05$;) et les pourcentages de RC (TV 10-12 ans : $W = 109, p < .05$; TV 13-16 ans : $W = 40, p < .05$; TV 17-20 ans : $W = 67, p < .05$).

Les tests Kruskal Wallis ne mettent pas en évidence de différences significatives entre les trois groupes d'âge, que ce soit pour les TR ($H(2) = 1.49, p > .05$) ou les pourcentages de RC ($H(2) = 1.24, p > .05$) (cf. Figure 13 a et b).

- **L'interférence multi-source**

Comme pour la tâche RAST, les analyses de comparaisons intragroupes montrent un effet principal significatif du type d'essai dans les 3 groupes d'âge sur les TR (TV 10-12 ans : $W = 0, p < .05$; TV 13-16 ans : $W = 0, p < .05$; TV 17-20 ans : $W = 0, p < .05$) et les pourcentages de RC (TV 10-12 ans : $W = 213, p < .05$; TV 13-16 ans : $W = 120, p < .05$; TV 17-20 ans : $W = 231, p < .05$).

En revanche, contrairement à la tâche RAST, les tests Kruskal Wallis mettent ici en évidence des différences significatives entre les trois groupes d'âge pour les TR ($H(2) = 15.41, p < .05$) ainsi que les pourcentages de RC ($H(2) = 7.53, p < .05$).

Les comparaisons post-hoc (test de Dunn) montrent que les TR du groupe 10-12 ans sont significativement plus longs que ceux du groupe 17-20 ans ($z = 3.91, p < .05$). De même, les TR du groupe 13-16 ans sont également significativement plus longs que ceux du groupe 17-20 ans ($z = 2.07, p < .05$). En revanche, ils ne diffèrent pas significativement entre le groupe 10-12 ans et 13-16 ans ($z = 1.38, p > .05$) (cf. Figure 13 a).

Concernant les pourcentages de RC, ils sont significativement plus élevés chez les participants de 10-12 ans ($z = 2.21, p < .05$) et 17-20ans ($z = -2.64, p < .05$) comparativement aux participants de 13-16 ans. En revanche, aucune différence significative n'est observée entre les groupes 10-12 ans et 17-20 ans ($z = -0.51, p > .05$) (cf. Figure 13b).

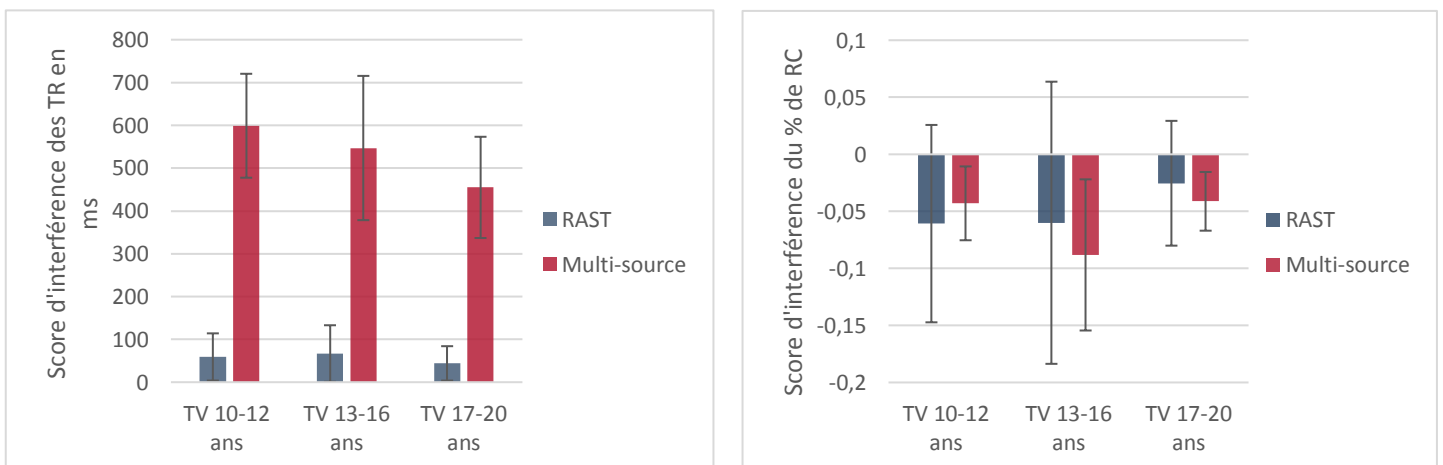


Figure 13 a et b : Scores d'interférences des tâches RAST et multi-source avec écarts-type en fonction des trois groupes d'âge chez les participants TV

2. LE GO-NO GO

Hypothèse opérationnelle :

Dans la tâche de Go-No Go, on s'attend à observer une proportion de Hits supérieure aux Réponses Correctes, chez tous les TV. De plus, on s'attend à observer des TR supérieurs pour les réponses Hits que pour les Réponses Correctes, avec une différence d'autant plus marquée à mesure de l'avancée en âge.

On s'attend également à observer chez les participants 10-12 ans un score d' (sensibilité à l'inhibition) significativement inférieur aux sujets 13-16ans et 17-20ans.

Concernant les TR, on suppose que les sujets TV auront des TR sur les Hits plus courts à mesure de leur avancée en âge (pas d'interférence). A l'inverse, pour les Fausses Alarmes, on s'attend à ce que les sujets les plus jeunes aient des TR plus courts que les sujets les plus âgés (moins bonne inhibition motrice).

Les analyses de comparaisons intragroupes ne montrent pas d'effet du type de stimulus sur le nombre de réponses correctes, ceci quel que soit le groupe (TV 10-12 ans : $W = 149$, $p > .05$; TV 13-16 ans : $W = 42.5$, $p > .05$; TV 17-20 ans : $W = 114.5$, $p > .05$). Elles montrent également des TR pour les réponses Hits supérieurs à ceux des Fausses Alarmes pour les groupes TV 10-12 ans ($W = 148$, $p < .05$) et TV 17-20 ans ($W = 66$, $p < .05$).

Les tests Kruskal Wallis révèlent des différences significatives entre les trois groupes d'âge pour l'indice d' ($H(2) = 10.69$, $p < .05$). Les comparaisons post-hoc (test de Dunn) montrent que le score d' du groupe 10-12 ans est significativement inférieur à celui du groupe 17-20 ans ($z = -3.18$, $p < .05$). De même, le score d' du groupe 13-16 ans est également significativement inférieur à celui du groupe 17-20 ans ($z = -2.10$, $p < .05$). En revanche, ce score ne diffère pas significativement entre le groupe 10-12 ans et 13-16 ans ($z = -3.18$, $p > .05$). Autrement dit, les participants les plus jeunes produisent significativement moins de réponses correctes aux essais Go (Hits) (95,61% et 96,01%) que les sujets âgés entre 17 et 20 ans (98,12%). De même, ils ont significativement réagi davantage aux essais No Go (Fausses Alarmes) et ont donc significativement moins de réponses correctes aux essais No Go (95,61% et 95,9%) que les sujets TV (96,85%).

Les analyses de comparaisons mettent en évidence des différences significatives entre les trois groupes d'âge pour les TR des Hits ($H(2) = 14.380$, $p < .05$). Les comparaisons post-hoc (test de Dunn) montrent que les TR des Hits du groupe 10-12 ans sont significativement supérieurs à ceux du groupe 17-20 ans ($z = 3.69$, $p < .05$). De même, les TR des Hits du groupe 13-16 ans sont également significativement supérieurs à ceux du groupe 17-20 ans ($z = 2.43$, $p < .05$). En revanche, ces temps ne diffèrent pas significativement entre les groupes 10-12 ans et 13-16 ans ($z = 0.82$, $p > .05$).

Des différences significatives émergent entre les trois groupes d'âge pour les TR des FA ($H(2) = 7.25$, $p < .05$). Les comparaisons post-hoc (tests de Dunn) montrent que les TR des FA du groupe 13-16 ans sont significativement supérieurs à ceux du groupe 17-20 ans ($z = 2.69$, $p < .05$). En revanche, ces temps ne diffèrent pas significativement ni entre les groupes 10-12 ans et 13-16 ans ($z = -1.47$, $p > .05$) ni entre les groupes 10-12 ans et 17-20ans ($z = 1.56$, $p > .05$).

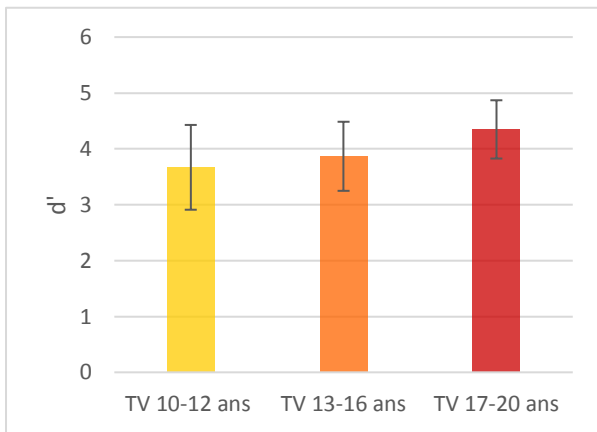


Figure 14 : Score de sensibilité d' avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

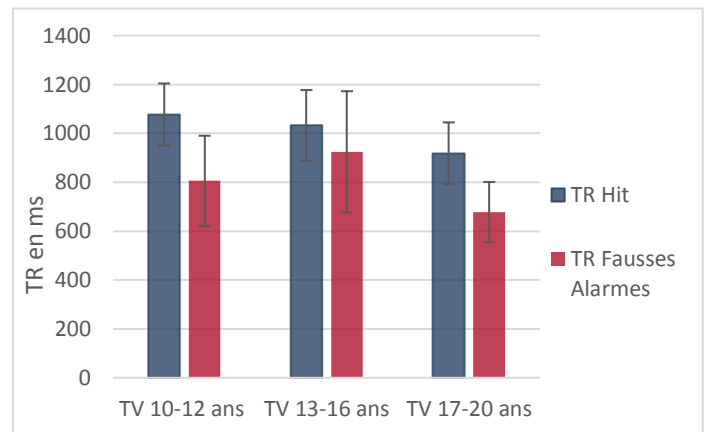


Figure 15 : TR des Hits et des Fausses Alarmes avec écarts-type pour les participants TV des 3 groupes d'âge

C. IMPLICATION DU CONTROLE INHIBITEUR DANS LES COMPETENCES D'ESTIMATION TEMPELLE

Hypothèse opérationnelle :

Quelle que soit la tâche d'estimation temporelle (bisection, reproduction), on ne devrait pas constater de différence entre les scores des participants DIL et ceux des participants TV (durée moyenne reproduite, coefficient de variation, point d'égalité subjective et ratio de Weber) lorsque les pourcentages de réponses correctes, les TR et d' sont équivalents sur les tâches d'inhibition (Go-No Go, RAST et interférence multi-source).

En l'état, comme nous l'avons précédemment mentionné, le nombre de participants inclus à l'étude n'est pas suffisant pour réaliser l'étude statistique qui permettrait d'établir cette comparaison. Il ne sera donc pas possible de répondre à cette hypothèse dans le présent mémoire.

Pour valider ou non cette hypothèse, il faudrait réaliser une analyse en médiation permettant d'examiner quelle part de variance la performance d'inhibition explique dans la relation entre la déficience et les performances temporelles (Baron & Kenny, 1986).

DISCUSSION

I. VALIDATION DES HYPOTHESES ET DISCUSSION DES RESULTATS

La présente étude s'est intéressée aux compétences d'estimation temporelle et d'inhibition d'adolescents en situation de DIL idiopathique. Les résultats ont montré, pour la tranche d'âge des 13-16 ans, que les performances des participants en situation de DIL sont inférieures à celle de leurs pairs TV. Ces résultats sont observés à la fois dans la tâche de vitesse de traitement de l'information, dans les tâches d'estimation temporelle ainsi que dans la plupart des tâches d'inhibition. Les analyses ont également mis en lumière l'évolution des compétences d'estimation temporelle et du contrôle inhibiteur chez les adolescents TV. Si quasiment aucune évolution n'est observée dans les performances temporelles, les résultats montrent de meilleures performances du contrôle inhibiteur à 17-20 ans en comparaison avec les deux groupes plus jeunes. L'ensemble de ces résultats sera discuté au regard des hypothèses théoriques énoncées précédemment (cf. p. 18).

Le premier objectif de notre étude était de comparer les performances temporelles et inhibitrices entre les sujets en situation de DIL et les sujets TV de même AC.

En bissection temporelle, la pente plus plate de la courbe et le RW plus élevé chez les adolescents en situation de DIL comparativement à leurs homologues TV indiquent que les adolescents en situation de DIL sont moins sensibles au temps, et donc plus variables dans leurs estimations temporelles que les adolescents du groupe contrôle. En revanche, aucune distorsion temporelle (i.e., sur- ou sous-estimation du temps) n'est observée chez ces adolescents.

Ces résultats sont cohérents avec les conclusions des précédents mémoires ayant comparé les performances d'enfants et adolescents en situation de DIL à des jeunes TV (Adda Joint, 2019; Lambert, 2018; voir également Rattat & Collié, 2020). En effet, ils avaient déjà observé une sensibilité temporelle moindre dans chacun de leur groupe DIL (11-13ans, 14-15ans et 16-19ans) comparativement à leurs pairs appariés en AC, et une absence de distorsion temporelle dans cette population. Il est d'autant plus intéressant de noter que, dans leurs études, la tâche de bissection avait été proposée en modalité auditive, tandis que nous l'avons proposée en modalité visuelle. Le manque de sensibilité temporelle des jeunes en situation de DIL ne dépend donc pas de la modalité sensorielle dans laquelle sont présentés les stimuli. Par ailleurs, il serait intéressant de comparer les résultats du groupe DIL 13-16ans avec des groupes de sujets TV plus jeunes (e.g., TV 10-12ans et TV 7-9ans) afin de pouvoir estimer le niveau de développement de leurs compétences d'estimation temporelle tel que cela avait été fait dans le mémoire d'Adda-Joint (2019).

De manière cohérente, les performances de reproduction temporelle montrent, elles aussi, une variabilité plus importante chez les jeunes du groupe DIL traduisant un manque de stabilité dans leurs

estimations temporelles. Cette plus grande variabilité chez les adolescents DIL n'est donc pas spécifique à une tâche temporelle, mais s'observe bien ici dans 2 tâches distinctes. De plus, les scores de précision, ne différant pas significativement entre les 2 groupes, confirment l'absence de distorsion temporelle chez les DIL comparativement aux TV. Il est toutefois à noter que dans les deux groupes, les participants ont tendance à surestimer les durées (i.e., les durées reproduites sont plus longues que les durées réelles) (cf. Annexe 7, Figure X). Ce constat est en accord avec ce que l'on peut retrouver dans la littérature (e.g., Droit-Volet et al., 2015). Bien que la différence ne soit pas significative, on observe une tendance des scores de précision à être plus élevés pour le groupe DIL (voir Figure IV Annexe 7). L'échantillon de notre étude étant relativement faible, on peut se demander si, avec un échantillon plus conséquent (correspondant à l'échantillon souhaité, cf. p.20) les résultats seraient plus marqués. Les données actuelles montrent donc chez les sujets DIL, une moins grande stabilité dans leurs réponses, ceci malgré des estimations temporelles aussi précises que chez les TV de même âge.

En somme, l'ensemble de nos résultats sur les tâches temporelles suggèrent que les adolescents en situation de DIL ont une moindre sensibilité temporelle comparativement à des pairs du même âge, ce qui confirme notre première hypothèse.

Comparativement aux performances temporelles, les résultats des sujets sur les tâches inhibitrices offrent un pattern un peu plus hétérogène, dépendant des tâches.

Dans la tâche d'interférence multi-source, on peut voir que les adolescents en situation de DIL fournissent autant de réponses correctes que les adolescents du groupe TV. Cette information n'est pas négligeable, car elle nous laisse supposer entre autres une bonne compréhension de la consigne par les sujets DIL. En effet, nous savons que les performances de cette population sont déficitaires dans des domaines tels que l'exploration des informations, l'encodage et le stockage des informations, ou encore l'attention sélective (Tiekstra et al., 2009). Ces déficits peuvent avoir des répercussions sur la bonne compréhension des consignes au sein de cette population. Nous pouvons donc supposer que la tâche proposée à ces jeunes était adaptée à leurs spécificités. Les analyses statistiques montrent néanmoins des TR plus élevés chez les DIL, et ce d'autant plus pour les essais incongruents. Ces données vont dans le sens de notre hypothèse selon laquelle les sujets DIL ont Dans la tâche de RAST, l'absence de différence entre les deux groupes concernant le pourcentage de RC témoigne à nouveau de la bonne compréhension de la tâche par les sujets DIL. Mais, contrairement à la tâche précédente, aucune différence n'a été observée entre les 2 groupes dans les TR. A première vue, cela suggère que les participants DIL et TV ne diffèrent dans leurs capacités d'inhibition. Toutefois, pour chaque participant, nous avons constaté que 4 des 14 participants du groupe DIL et 6 des 15 sujets du groupe TV obtiennent 100% de réponses correctes quel que soit le type d'essais (congruent ou incongruent), suggérant un effet plafond. Cette observation pourrait remettre en question la sensibilité de cette tâche à évaluer le contrôle inhibiteur concernant les participants de notre étude. Pour autant, cette tâche s'est révélée sensible dans la récente étude conduite par Rattat et Chevalier (2020). S'ils retrouvaient comme dans la présente étude des pourcentages de RC identiques pour chacun de leur groupe d'âge (7 ans ; 10 ans ; jeunes adultes), ils observaient également un

raccourcissement significatif des TR à mesure de l'avancée en âge des participants. Il pourrait alors être intéressant de réaliser des analyses approfondies sur le nombre d'items manqués dans les différents groupes d'âge. En effet, les TR étant calculés uniquement sur les essais où le participant a répondu correctement, ce nombre d'essais constitue de fait une donnée importante à prendre en considération. Il serait notamment pertinent de vérifier si les sujets TV ont répondu à davantage d'items que les sujets DIL, traduisant ainsi un coût d'inhibition plus important chez ces derniers.

Dans la tâche de Go-No Go, la différence entre les scores d' des deux groupes témoigne de moins bonnes performances du contrôle inhibiteur chez les sujets DIL. L'absence de différence entre les TR Hits montrent que les participants DIL agissent aussi rapidement que les sujets TV en l'absence d'interférence. Lorsqu'ils réagissent aux stimuli No Go (FA), les participants du groupe DIL ne sont pas plus rapides que ceux du groupe TV. Dans cette tâche, la différence de performances inhibitrices entre les deux groupes se situe au niveau de la capacité à inhiber ou non une réponse, plutôt que dans le temps de réaction aux différents stimuli.

Ainsi, les résultats observés aux différentes tâches d'inhibition concordent avec le peu études sur contrôle inhibiteur dans la population DIL (Bexkens et al., 2014; Danielsson et al., 2012). En effet, ces études ont mis en évidence des performances inhibitrices chez les sujets DIL en-deçà de celles observées chez leurs homologues TV du même âge. La seule étude en contradiction avec la nôtre est celle de Van der Molen et al. (2007). Cette étude compare un groupe d'adolescents en situation de DIL à un groupe apparié en AC. Ils observent chez des DIL des performances exécutives inférieures à leur pairs TV sauf pour l'inhibition. Cependant la tâche d'inhibition proposée dans leur étude était une tâche de génération aléatoire de chiffres. Selon notre taxonomie de référence (Friedman & Miyake, 2004), cette tâche évaluerait davantage la résistance à l'interférence proactive que l'inhibition des réponses prépotentes. Cela limite donc fortement la comparaison de ses résultats aux nôtres dans la mesure où ce n'est pas le même type d'inhibition qui est évalué.

En somme, l'ensemble des résultats que nous venons de discuter confirme notre première hypothèse soit un déficit à la fois du contrôle inhibiteur et des capacités d'estimation temporelle chez les enfants et adolescents en situation de DIL idiopathique comparativement à des adolescents TV de même AC. Toutefois, il est important de prendre des précautions dans l'interprétation de ces résultats. En effet, dans notre protocole, nous avons inclus une mesure de la vitesse de traitement de l'information (VTI) via une tâche de CRT. Les analyses statistiques montrent, chez les sujets DIL, un profil déficitaire caractérisé par un temps de réaction allongé pour un taux de précision équivalent. Cette information pourrait en partie expliquer les différences de performances entre nos groupes. En effet, il n'a pas été possible de déterminer dans quelle mesure la VTI impacte les performances des participants aux différentes épreuves. La littérature admet que la plupart des tâches exécutives ne sont pas pures et tiennent compte de cette aptitude (Friedman et al., 2008) . Pour des raisons pratiques (difficultés d'analyses et manque de temps), les données sur la VTI n'ont pas pu être mises en co-variable afin de vérifier cette hypothèse. Ces analyses complémentaires seront réalisées ultérieurement (dans le cadre de la thèse d'Elsa Gourlat) une fois l'ensemble des données recueillies.

Un second objectif de notre étude était d'examiner la courbe développementale (i.e., avec l'âge) des capacités d'inhibition et d'estimation temporelle. Rappelons qu'au regard de l'échantillon dont nous disposons, seules des comparaisons entre les groupes d'âges des sujets TV ont pu être réalisées. Comme attendu, aucune évolution des capacités d'estimation temporelle n'a été observée avec l'âge dans la tâche de bissection. Ces résultats sont en parfait accord avec la littérature qui considère que le niveau de sensibilité temporelle adulte est atteint vers l'âge de 8-9 ans (e.g., Droit-Volet, 2016; McCormack et al., 1999; Provasi et al., 2011). Ces résultats coïncident également avec les résultats obtenus précédemment par Adda-Joint (2019) dans son mémoire (qui ont fait l'objet d'une publication, Rattat & Collié, 2020) et ce, bien que la modalité sensorielle de présentation des stimuli diffère dans la tâche (visuelle vs auditif).

Dans la tâche de reproduction temporelle, on observe des scores de précision similaires dans tous les groupes d'âge, indiquant une stabilité dans la précision des estimations temporelles dès l'âge de 10 ans. Ces résultats sont conformes à ceux de l'étude de Rattat et Chevalier (2020). Dans leur tâche de reproduction de durées (6 et 12 sec), les auteurs n'avaient pas constaté de différence entre les scores de précision de sujets de 10 ans en comparaison avec des jeunes adultes. La stabilité avec l'âge dans la précision des estimations temporelles en reproduction est donc observée que les durées soient brèves -comme dans notre étude- ou plus longues -comme dans l'étude de Rattat et Chevalier (2020). Par ailleurs, les deux groupes les plus jeunes de notre étude se sont montrés plus variables dans leurs estimations temporelles que les plus âgés de 17-20 ans. Ces résultats se retrouvent également dans l'étude de Rattat et Chevalier (2020) puisqu'ils observaient eux aussi une plus grande variabilité chez les enfants de 10 ans que chez les jeunes adultes.

Concernant les performances d'inhibition mesurées via la tâche d'interférence multi-source, il s'avère qu'avec l'avancée en âge, les sujets sont plus rapides à inhiber une réponse prépotente et donc à appuyer sur la touche demandée (i.e., le chiffre différent des deux autres), ce qui témoigne de l'amélioration avec l'âge des capacités d'inhibition. Les résultats sur la précision des réponses sont, quant à eux plus difficiles à interpréter car moins cohérents. En effet, les scores d'interférence du pourcentage de RC ne diffèrent pas entre les groupes 10-12 ans et 17-20 ans bien que ceux-ci soient tous deux significativement inférieurs au groupe des 13-16 ans. Cela signifie donc que les sujets âgés entre 13 et 16 ans ont fait significativement plus d'erreurs que les sujets des deux autres groupes. Ces résultats ne coïncident pas avec la description du développement des compétences inhibitrices que l'on peut trouver dans la littérature, à savoir que des progrès sont observés jusqu'à l'âge adulte (Diamond, 2013; Fourneret & des Portes, 2016; Williams et al., 1999). Nous pouvons supposer que cette incohérence est en partie due au faible nombre de participants dans ce groupe. Pour rappel, si les groupes TV 10-12 ans et TV 17-20 ans comprennent respectivement 25 et 24 sujets, le groupe TV 13-16 ans n'en comprend actuellement que 15. Il sera donc intéressant de vérifier si cette incohérence persiste dans des analyses futures réalisées sur un nombre de participants plus conséquent. De plus, le calcul d'un score composite prenant en compte les TR et le score de précision pourrait permettre d'avoir une vision plus globale du développement du contrôle inhibiteur. Par ailleurs, une récente étude s'est intéressée au développement du contrôle inhibiteur en proposant la tâche d'interférence multi-source à 76 participants âgés de 8 à 19 ans (Liu et al., 2016). Ils retrouvent comme dans nos résultats, l'effet classique de la condition (congruent vs incongruent). Cependant dans leur

étude, l'effet de l'âge a été analysé non par groupe d'âge mais avec l'âge comme variable continue. Ceci n'a pas permis de révéler un effet de l'âge, contrairement aux résultats présentés ici. De manière générale, avec l'avancée en âge, les performances des adolescents restent tout aussi précises mais gagnent en rapidité, témoignant ainsi d'un contrôle inhibiteur plus efficace.

Dans la tâche de RAST, aucune différence n'est observée entre les groupes aussi bien pour les scores d'interférence du pourcentage de réponses correctes que pour les temps de réaction. Un effet plafond est à nouveau retrouvé avec 8 sur 25 sujets 10-12 ans, 6 sur 15 sujets 13-16 ans et 10 sur 24 sujets 17-20 ans ayant obtenu 100% de réponses correctes, dans les deux types d'essais. Cela questionne à nouveau la sensibilité de cette tâche d'inhibition. Les résultats obtenus ne permettent pas, pour le moment, de valider ou infirmer les hypothèses sur le développement des performances du contrôle inhibiteur chez les adolescents.

Dans la tâche de Go-No Go, on constate de meilleures performances du contrôle inhibiteur chez les sujets les plus âgés comparativement aux groupes 10-12ans et 13-16ans, comme le montre le score de sensibilité d'. Ce résultat, qui témoigne du développement du contrôle inhibiteur jusqu'à l'âge adulte, a été observé à plusieurs reprises (Gyurkovics et al., 2019; Xu et al., 2013). Il est tout de même intéressant de noter que Xu et ses collaborateurs observent, à la différence de notre étude, une évolution des performances entre leur groupes d'adolescents de 10-12 ans et 13-15 ans. Conformément à ce qui était attendu, les TR des Hits (absence d'interférence) sont raccourcis avec l'avancée en âge, ce qui concorderait avec l'idée que ce score est lié au développement de la VTI (Coyle et al., 2011). Lorsque les participants réagissent aux stimuli No Go (FA), les groupes 10-12 ans et 17-20 ans agissent plus rapidement que le groupe 13-16 ans. Une fois encore, une nouvelle analyse avec un effectif plus conséquent chez les 13-16 ans pourrait permettre de voir si cette incohérence perdure d'une part, et si nos résultats se rapprocheraient davantage de l'étude de Xu et al. (2013) d'autre part.

Finalement, comme expliqué précédemment, nous ne pouvons pas en l'état actuel valider ou non notre hypothèse selon laquelle les capacités d'inhibition et d'estimation temporelle des enfants et adolescents en situation de DIL idiopathique suivraient une courbe développementale similaire (amélioration des performances avec l'âge) aux TV mais décalée dans le temps (signe d'un retard développemental). Néanmoins, nos résultats préliminaires offrent une première vue d'ensemble sur les courbes développementales des adolescents TV en matière d'estimation temporelle et de contrôle inhibiteur. **En accord avec la littérature existante, nous avons pu observer que la sensibilité temporelle n'augmente pas au cours de l'adolescence.** A partir de 10 ans, les participants ont la même sensibilité au temps que les jeunes adultes (pour une revue, voir Droit-Volet, 2016). **Concernant l'inhibition, les performances des adolescents semblent s'améliorer avec l'âge, et ce jusqu'au début de l'âge adulte.** Ces résultats sont en accord avec la littérature sur le sujet (Diamond, 2013; Fournieret & des Portes, 2016; Williams et al., 1999; Willner et al., 2010; Xu et al., 2013).

Enfin, le troisième objectif de notre étude n'a lui aussi malheureusement pas pu être atteint à ce jour. Pour rappel, il s'agissait de voir si, à performance d'inhibition équivalente, les capacités d'estimation temporelle

des enfants et des adolescents en situation de DIL idiopathique seraient comparables à celles des individus TV appariés sur l'AC. Il sera réalisé ultérieurement.

II. LIMITES DE L'ETUDE

Une première limite de notre étude est l'existence d'un biais inter-examineur. Pour réunir les données des 86 participants, 5 examinateurs ont été impliqués. Pour pallier au mieux ce biais, une description précise du protocole avait été rédigée et expliquée en détails à chaque examinateur. Afin que les résultats ne soient pas impactés, des analyses pourront être conduites ultérieurement pour évaluer et prendre en compte l'effet potentiel de cette variable (pour chaque participant le nom de l'examineur a été consigné dans un carnet prévu à cet effet).

Une deuxième limite concerne la difficulté d'évaluation des FE et plus précisément dans notre cas, du contrôle inhibiteur. Premièrement, et, comme il a pu être évoqué précédemment, il est particulièrement difficile d'estimer le taux de contrôle par les FE et par conséquent le taux d'automatisation au sein d'une même tâche. Les processus spécifiques à une tâche sont généralement partiellement automatiques et partiellement contrôlés (Chevalier, 2010). On observe en conséquence des variations interindividuelles avec des demandes sur les FE plus ou moins fortes. De plus, l'effet d'apprentissage augmente la variabilité de ces taux. En effet, les processus contrôlés sont susceptibles de s'automatiser au cours de la tâche (variations intra-individuelles dans le temps). On constate alors une diminution du recrutement de la FE testée (Diamond, 2013). Actuellement les données de la littérature n'offrent pas de réelle solution pour pallier ce problème. Il est néanmoins important de garder cette problématique à l'esprit lors de l'interprétation des résultats. La seconde barrière est la difficulté d'évaluer une FE de manière isolée (Best & Miller, 2010 ; Chevalier, 2010 ; Friedman et al., 2008 ; Miyake & Friedman, 2012). D'une part parce que la plupart des tâches exécutives impliquent souvent plusieurs FE à la fois, d'autre part parce que ces tâches impliquent également des fonctions non-exécutives. Par définition, les FE sont chargées de faire fonctionner d'autres processus cognitifs. Il est donc difficile de déterminer dans quelle mesure les résultats reflètent la variance exécutive. Pour pallier ce problème, il est possible d'analyser les variables latentes. Cette technique permet d'extraire statistiquement la variance commune entre plusieurs tâches choisies pour exploiter le même concept sous-jacent, ici l'inhibition (Miyake et al., 2000). Pour des raisons pratiques (difficultés d'analyses, manque de temps, échantillon incomplet), ces analyses n'ont pu être effectuées dans le présent mémoire. Elles seront effectuées dans le cadre d'une thèse en cours au laboratoire SCoTE, une fois l'échantillon de participants complété. La dernière difficulté est en lien avec le manque de batteries d'évaluation des FE étalonnées et validées (Willner et al., 2010). Cela a constitué une difficulté supplémentaire lors du choix des tâches à sélectionner pour notre étude.

Une troisième limite concerne le choix des tâches. Les différentes tâches présentaient les avantages d'être compréhensibles et réalisables par notre population d'étude, de nécessiter peu de matériel (un ordinateur et un boîtier de réponse) et la présence d'un examinateur pour un participant. De plus, la durée de chaque session était suffisamment courte pour limiter les décrochages attentionnels des participants. On pourrait

néanmoins imaginer raccourcir certaines tâches, telles que Go-No Go (4 blocs tests de 40 essais) et l'interférence multi-source (8 blocs tests de 24 essais), pour diminuer davantage un potentiel biais attentionnel. Sous réserve d'un nombre suffisant d'items pour obtenir des données statistiques exploitables, un raccourcissement de 25 % de la tâche pourrait être envisagé. Il permettrait de réduire l'effet de lassitude constaté chez certains participants lors de la passation de ces deux tâches. Une autre limite est l'aspect peu écologique du protocole. En effet, les différentes tâches proposées ne donnent pas d'indications sur le fonctionnement du contrôle inhibiteur au quotidien. Bien qu'il n'ait pas été possible de le mettre en place dans la présente étude, un questionnaire écologique (type BRIEF) pourrait être proposé en complément. Ces questionnaires permettent, en effet, de repérer de façon écologique le fonctionnement exécutif d'enfants et d'adolescents à travers ses répercussions dans la vie quotidienne, familiale ou scolaire. Bien souvent ces questionnaires, découpés en plusieurs domaines, peuvent être adressés aux parents et aux enseignants. Par ailleurs, des difficultés ont été repérées dans les échanges avec les familles des enfants DIL. D'une part, le recueil des consentements était compliqué à obtenir, et d'autre part beaucoup de parents d'enfants en situation de DIL étaient eux-mêmes porteurs de déficience. Au regard de ces difficultés ce questionnaire pourrait être rempli par les professionnels qui accompagnent l'enfant au quotidien. Un autre avantage de ce questionnaire est qu'il donne accès à des renseignements sur le statut socio-économique des parents. En effet, la littérature montre que le milieu socio-économique dans lequel évolue l'enfant influe sur le développement de ses compétences exécutives (Er-Rafiqi et al., 2017; Roy, 2015). Il serait intéressant de prendre en compte ces informations dans les analyses futures.

III. ELARGISSEMENT ET PERSPECTIVES FUTURES

Depuis quelques années, certains auteurs remettent en question la fiabilité des tests classiques d'intelligence pour évaluer le fonctionnement cognitif des individus en situation de DI (Hessels & Gassner, 2010; Hessels-Schlatter, 2002; Tiekstra et al., 2009). Les tests d'intelligence supposent implicitement que tous les enfants ont eu les mêmes possibilités d'apprendre et les mêmes expériences d'apprentissage. Ainsi, les différences de résultats aux tests de QI seraient, de fait, le reflet des différences de capacités des enfants à tirer profit de leurs expériences d'apprentissage (Tiekstra et al., 2009). Ce raisonnement a été critiqué par de nombreux auteurs (e.g., pour une revue, voir Tiekstra et al., 2009) qui affirment que les tests de QI informent uniquement sur les acquis de l'enfant (fruit d'anciennes possibilités d'apprentissage), sans fournir d'informations sur les possibilités d'apprentissage actuelles. Le présent protocole ne comprend pas d'appariement par âge mental, car ce dernier est estimé à partir des résultats aux tests d'intelligence. Ce choix se place dans la continuité des choix méthodologiques d'Adda-Joint (2019) et Guyot (2020). Pour autant, le choix d'un appariement en AC uniquement apparaît relativement insuffisant puisque les personnes en situation de DI présentent quasi-systématiquement des performances inférieures à leurs pairs du même âge. Afin de pallier ce problème, une solution serait d'apparier les sujets selon leur potentiel d'apprentissage. Le potentiel d'apprentissage comprend l'estimation de ce qui a déjà été appris et développé et la capacité à apprendre de nouvelles choses. Cet appariement peut être réalisé à l'aide de tests d'apprentissage. Ces tests permettent de distinguer les personnes

en situation de DI qui profiteraient d'un enseignement donné de celles qui n'en profiteraient pas ou peu, et de prédire ainsi les futurs apprentissages (Hessels & Gassner, 2010). L'un des tests les plus adaptés à notre population d'étude est le test HART conçu par Hessels, qui a déjà fait ses preuves dans plusieurs études (Hessels & Gassner, 2010; Tiekstra et al., 2009). L'utilisation de ce test a été envisagée lors de la construction de la méthode de la présente étude. Il n'a pas été possible de le mettre en place sur le plan technique. Il n'est toutefois pas exclu d'y avoir recours dans la poursuite de cette étude, soit lors de l'investigation des deux autres FE principales, soit lors d'un entraînement dont l'objectif serait d'améliorer les compétences exécutives et temporelles des personnes en situation de DIL.

Des résultats préliminaires de ce mémoire, découlent plusieurs perspectives, qui s'échelonnent selon une temporalité bien définie.

Il s'agira, tout d'abord, dans un objectif à très court terme, de finaliser les passations sur un échantillon suffisamment important pour permettre de mener des analyses statistiques plus fiables. Il sera alors possible d'obtenir davantage d'informations sur l'implication du contrôle inhibiteur dans les tâches d'estimation temporelle, en particulier chez des adolescents en situation de DIL.

Dans un second temps, une étude similaire sera conduite afin d'étudier le lien entre les performances temporelles et les deux autres FE principales décrites par Miyake et al. (2000), à savoir la mise à jour de la MdT et la flexibilité mentale. Ces résultats offriront ainsi une vue plus globale sur les compétences exécutives des adolescents en situation de DIL, en regard de leurs compétences d'estimation temporelle.

Approfondir notre compréhension de la manière dont les FE affectent l'estimation du temps pourrait être utile aux professionnels de santé pour concevoir de meilleures stratégies d'intervention pour les personnes en situation de DIL. Dans cette idée, l'ensemble des résultats obtenus permettra, dans un troisième temps, d'offrir des pistes de réflexion quant au développement d'outils permettant d'améliorer l'accompagnement et la prise en charge de cette population spécifique. Il s'agirait, par exemple, par la création d'un entraînement spécifique des FE, d'en étudier les bénéfices potentiels sur les capacités d'estimation temporelle. Ce projet serait inédit puisqu'il n'a encore jamais été mené sur aucune population d'étude. Il apparaît donc essentiel que les résultats de ce projet aboutissent sur des solutions concrètes pour aider au mieux les différents professionnels intervenant auprès de cette population.

Nombreux sont les professionnels amenés à accompagner les personnes en situation de DIL. Parmi eux, beaucoup constatent des difficultés dans les acquisitions temporelles mais déplorent un manque d'informations et de solutions dans ce domaine. En effet, le temps et ses différentes facettes sont au carrefour de nombreuses professions : les éducateurs spécialisés tout d'abord, qui accompagnent les jeunes dans leur quotidien (organisation des tâches, gestion de l'emploi du temps et des délais), les psychomotriciens, qui peuvent travailler diverses notions temporelles au travers du ressenti corporel, les neuropsychologues sont concernés par les processus cognitifs qui sous-tendent ces compétences tout comme, dans une moindre mesure, les

orthophonistes qui s'intéressent davantage à l'expression et la compréhension des diverses notions du temps sur le plan langagier. On comprend donc ainsi l'importance d'enrichir nos connaissances dans ce domaine qui jusqu'alors a été quelque peu délaissé par la recherche. Mieux comprendre ces déficits, notamment les difficultés d'estimation des durées, et proposer des pistes de réflexion sur la création d'outils, permettra, à terme, d'améliorer et d'ajuster les propositions des professionnels œuvrant pour un meilleur accompagnement des personnes en situation de DIL.

CONCLUSION

L'objectif initial de cette étude était de comprendre dans quelle mesure le contrôle inhibiteur est impliqué dans les processus d'estimation temporelle chez les enfants et adolescents en situation de DIL idiopathique. Pour cela, six tâches ont été choisies parmi celles utilisées dans la littérature : une tâche de vitesse de traitement de l'information, deux tâches d'estimation temporelle et trois tâches d'inhibition. Nous n'avons toutefois pas pu administrer le protocole à la totalité de l'échantillon prévu. Ce mémoire représente donc un travail d'analyse préliminaire sur les premiers résultats recueillis.

Il a permis d'avoir les premiers éléments de réponse à nos divers questionnements. Nous avons ainsi constaté que les performances des adolescents en situation de DIL sont inférieures à celle dans leurs pairs TV, tant en estimation temporelle qu'en contrôle inhibiteur. Le développement des compétences d'estimation temporelle et du contrôle inhibiteur des participants TV semble similaire à celui constaté dans la littérature.

Si l'importance de proposer un accompagnement pluridisciplinaire aux jeunes en situation de DIL ne fait aujourd'hui plus débat, il s'avère également très enrichissant de mener les travaux de recherche concernant cette population en pluridisciplinarité. Ainsi la conception et la réalisation de cette étude est le fruit d'une collaboration entre orthophoniste et (neuro)psychologues dans laquelle chacune a contribué au développement de ce projet en apportant ses connaissances et ses expériences au travers de son prisme professionnel. Ce travail au sein d'une équipe de recherche dans un laboratoire montre que notre discipline a toute sa place dans le monde de la recherche et gagne à être développé encore davantage, avec la création d'une école doctorale par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

1. AAIDD (American Association on Intellectual and Developmental Disabilities). (2010). *Intellectual Disability : Definition, Classification, and Systems of Supports, (The 11th Edition of the AAIDD Definition Manuel)*.
2. Adda Joint, M. (2019). *Développement de l'estimation des durées chez les jeunes porteurs de déficience intellectuelle légère idiopathique* [Mémoire d'orthophonie]. Faculté de médecine Toulouse Rangueil.
3. Albinet, C. T., Boucard, G., Bouquet, C. A., & Audiffren, M. (2012). Processing speed and executive functions in cognitive aging : How to disentangle their mutual relationship? *Brain and Cognition*, 12.
4. APA. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5™, 5th ed* (p. xliv, 947). American Psychiatric Publishing, Inc. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
5. APA, (American Psychiatric Association). (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th Edition. (DSM IV)*.
6. Ardila, A., Pineda, D., & Rosselli, M. (2000). Correlation Between Intelligence Test Scores and Executive Function Measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15(1), 31 - 36. [https://doi.org/10.1080/108876177\(98\)00159-0](https://doi.org/10.1080/108876177(98)00159-0)
7. Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research : Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.
8. Bauermeister, J. J., Barkley, R. A., Martinez, J. V., Cumba, E., Ramirez, R. R., Reina, G., Matos, M., & Salas, C. C. (2005). Time Estimation and Performance on Reproduction Tasks in Subtypes of Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 34(1), 151-162. https://doi.org/10.1207/s15374424jccp3401_14
9. Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A Developmental Perspective on Executive Function : Development of Executive Functions. *Child Development*, 81(6), 1641 - 1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
10. Bexkens, A., Ruzzano, L., Collot d' Escury-Koenigs, A. M. L., Van der Molen, M. W., & Huizenga, H. M. (2014). Inhibition deficits in individuals with intellectual disability : A meta-regression analysis: Meta-regression of inhibition in ID. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(1), 3 - 16. <https://doi.org/10.1111/jir.12068>
11. Biesmans, K. E., van Aken, L., Frunt, E. M. J., Wingbermuehle, P. A. M., & Egger, J. I. M. (2019). Inhibition, shifting and updating in relation to psychometric intelligence across ability groups in the psychiatric population : Executive function and intelligence. *Journal of Intellectual Disability Research*, 63(2), 149-160. <https://doi.org/10.1111/jir.12559>
12. Block, R. A., & Zakay, D. (1997). Prospective and retrospective duration judgments : A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(2), 184-197. <https://doi.org/10.3758/BF03209393>
13. Brannon, E. M., Suanda, S., & Libertus, K. (2007). Temporal discrimination increases in precision over development and parallels the development of numerosity discrimination. *Developmental Science*, 10(6), 770-777. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00635.x>

14. Brown, S. W. (2006). Timing and executive function : Bidirectional interference between concurrent temporal production and randomization tasks. *Memory & Cognition*, 34(7), 1464 - 1471. <https://doi.org/10.3758/BF03195911>
15. Brown, S. W., Collier, S. A., & Night, J. C. (2013). Timing and executive resources : Dual-task interference patterns between temporal production and shifting, updating, and inhibition tasks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(4), 947 - 963. <https://doi.org/10.1037/a0030484>
16. Brown, S. W., Johnson, T. M., Sohl, M. E., & Dumas, M. K. (2015). Executive attentional resources in timing : Effects of inhibitory control and cognitive aging. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41(4), 1063-1083. <https://doi.org/10.1037/xhp0000078>
17. Brown, S. W., & Perreault, S. T. (2016). Relation between temporal perception and inhibitory control in the Go/No-Go task. *Acta Psychologica*, 173, 87-93. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2016.12.004>
18. Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(10), 755-765. <https://doi.org/10.1038/nrn1764>
19. Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2009). Relative time sharing : New findings and an extension of the resource allocation model of temporal processing. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1525), 1875-1885. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0022>
20. Bush, G., & Shin, L. M. (s. d.). *The Multi-Source Interference Task : An fMRI task that reliably activates the cingulo-frontal-parietal cognitive/attention network*. 6.
21. Bush, G., & Shin, L. M. (2006). *The Multi-Source Interference Task : An fMRI task that reliably activates the cingulo-frontal-parietal cognitive/attention network*. 6.
22. Carelli, M. G., Forman, H., & Mäntylä, T. (2007). Sense of Time and Executive Functioning in Children and Adults. *Child Neuropsychology*, 14(4), 372-386. <https://doi.org/10.1080/09297040701441411>
23. Casini, L., Pech-Georgel, C., & Ziegler, J. C. (2017). *It's about time : Revisiting temporal processing deficits in dyslexia*. 14.
24. Chevalier, N. (2010). Les fonctions exécutives chez l'enfant : Concepts et développement. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 51(3), 149-163. <https://doi.org/10.1037/a0020031>
25. Chevalier, N., Kelsey, K. M., Wiebe, S. A., & Espy, K. A. (2014). The Temporal Dynamic of Response Inhibition in Early Childhood : An ERP Study of Partial and Successful Inhibition. *Developmental Neuropsychology*, 39(8), 585-599. <https://doi.org/10.1080/87565641.2014.973497>
26. Church, R. M., & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *J Exp Psychol Anim Behav Process*, 3(3), 216-228. <https://doi.org/10.1037//0097-7403.3.3.216>
27. Costanzo, F., Varuzza, C., Menghini, D., Addona, F., Gianesini, T., & Vicari, S. (2013). Executive functions in intellectual disabilities : A comparison between Williams syndrome and Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 34(5), 1770-1780. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.01.024>
28. Coyle, T. R., Pillow, D. R., Snyder, A. C., & Kochunov, P. (2011). Processing Speed Mediates the Development of General Intelligence (*g*) in Adolescence. *Psychological Science*, 22(10), 1265-1269. <https://doi.org/10.1177/0956797611418243>

29. Danielsson, H., Henry, L., Messer, D., & Rönnerberg, J. (2012). Strengths and weaknesses in executive functioning in children with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities, 33*(2), 600-607. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.11.004>
30. Danielsson, H., Henry, L., Rönnerberg, J., & Nilsson, L.-G. (2010). Executive functions in individuals with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities, 31*(6), 1299 - 1304. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.07.012>
31. Dempster, F. N. (1993). Resistance to interference : Developmental changes in a basic processing mechanism. *Emerging themes in cognitive development, Volume 1, Fondations*, 3-27.
32. Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology, 64*(1), 135 - 168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
33. Droit-Volet, S. (2001). Les différentes facettes du temps. *Enfances & Psy, 13*(1), 26. <https://doi.org/10.3917/ep.013.0026>
34. Droit-Volet, S., Wearden, J. H., & Zélanti, P. S. (2015). Cognitive abilities required in time judgment depending on the temporal tasks used : A comparison of children and adults. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 68*(11), 2216-2242. <https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1012087>
35. Droit-Volet, S. (2013). Time perception in children : A neurodevelopmental approach. *Neuropsychologia, 51*(2), 220-234. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.09.023>
36. Droit-Volet, S. (2016). L'estimation du temps : Perspective développementale. *L'année Psychologique, 100*(3), 443-464. <https://doi.org/10.3406/psy.2000.28653>
37. Droit-Volet, S., Clément, A., & Wearden, J. (2001). Temporal Generalization in 3- to 8-Year-Old Children. *Journal of Experimental Child Psychology, 80*(3), 271-288. <https://doi.org/10.1006/jecp.2001.2629>
38. Droit-Volet, S., & Coull, J. (2015). The Developmental Emergence of the Mental Time-Line : Spatial and Numerical Distortion of Time Judgement. *PLOS ONE, 10*(7), e0130465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130465>
39. Droit-Volet, S., & Rattat, A.-C. (1999). Are Time and Action Dissociated in Young Children's Time Estimation? *Cognitive Development, 14*(4), 573-595. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00020-9](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00020-9)
40. Droit-Volet, S., & Wearden, J. H. (2001). Temporal Bisection in Children. *Journal of Experimental Child Psychology, 80*(2), 142-159. <https://doi.org/10.1006/jecp.2001.2631>
41. Er-Rafiqi, M., Roukoz, C., Le Gall, D., & Roy, A. (2017). Les fonctions exécutives chez l'enfant : Développement, influences culturelles et perspectives cliniques. *Revue de neuropsychologie, 9*(1), 27. <https://doi.org/10.3917/rne.091.0027>
42. Fisk, J. E., & Sharp, C. A. (2004). Age-Related Impairment in Executive Functioning : Updating, Inhibition, Shifting, and Access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 26*(7), 874 - 890. <https://doi.org/10.1080/13803390490510680>
43. Fournieret, P., & des Portes, V. (2016). Approche développementale des fonctions exécutives : Du bébé à l'adolescence. *Archives de Pédiatrie, 24*(1), 66-72. <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2016.10.003>

44. Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The Relations Among Inhibition and Interference Control Functions : A Latent-Variable Analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(1), 101-135. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
45. Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not All Executive Functions Are Related to Intelligence. *Psychological Science*, 17(2), 9. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x>
46. Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., DeFries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), 201-225. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.137.2.201>
47. Gepner, B. (2006). Le monde va trop vite pour les personnes autistes ! Hypothèses neurophysiopsychopathogéniques et implications rééducatives. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 54(6-7), 371-374. <https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2006.10.012>
48. Gibbon, J. (1977). Scalar Expectancy Theory and Weber's Law in Animal Timing. *Psychological Review*, 84, 279-325. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.3.279>
49. Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar Timing in Memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 423(1 Timing and Ti), 52-77. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1984.tb23417.x>
50. Gil, S., Chambres, P., Hyvert, C., Fanget, M., & Droit-Volet, S. (2012). Children with Autism Spectrum Disorders Have "The Working Raw Material" for Time Perception. *PLoS ONE*, 7(11), e49116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049116>
51. Gligorović, M., & Buha Đurović, N. (2014). Inhibitory control and adaptive behaviour in children with mild intellectual disability : Inhibitory control and adaptive behaviour. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(3), 233-242. <https://doi.org/10.1111/jir.12000>
52. Gooch, D., Snowling, M., & Hulme, C. (2011). Time perception, phonological skills and executive function in children with dyslexia and/or ADHD symptoms. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(2), 195-203. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02312.x>
53. Grada, C., & Simoni, E. (2018). Inhibitory Control of Attention : Difference versus Developmental Theory. Findings in Mild Intellectual Disability and ADHD. *Journal of Childhood & Developmental Disorders*, 04(04). <https://doi.org/10.4172/2472-1786.100076>
54. Guyot, L. (2020). *Le développement du rythme chez les enfants et adolescents porteurs de déficience intellectuelle légère* [Mémoire d'orthophonie]. Faculté de médecine Toulouse Rangueil.
55. Gyurkovics, M., Stafford, T., & Levita, L. (2019). Cognitive control across adolescence : Dynamic adjustments and mind-wandering. *Journal of Experimental Psychology: General*, 149(6), 1017-1031. <https://doi.org/10.1037/xge0000698>
56. Haldemann, J., Stauffer, C., Troche, S., & Rammsayer, T. (2012). Performance on auditory and visual temporal information processing is related to psychometric intelligence. *Personality and Individual Differences*, 52(1), 9-14. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.08.032>
57. Harnishfeger, K. K. (1995). The development of cognitive inhibition : Theories, definitions, and research evidence. *Interference and inhibition in cognition*, 175-204.

58. HAS. (2014). *Conduite à tenir en médecine de premier recours devant un enfant ou un adolescent susceptible d'avoir un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité* (p. 199) [Expertise collective].
59. Hessels, M. G. P., & Gassner, M. (2010). L'étude des processus cognitifs chez les personnes avec déficience intellectuelle : La remise en question de la validité de l'appariement de groupes selon l'âge mental. *Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik*, 4, 37-42.
60. Hessels-Schlatter, C. (2002). The Analogical Reasoning Learning Test : Theoretical and Empirical Foundation of a Diagnostic Tool for Individuals with Moderate Mental Retardation. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 2(2), 172-174. <https://doi.org/10.1891/194589502787383326>
61. Houdé, O., & Leroux, G. (2013). *Psychologie du développement cognitif* (Presses Universitaires de France.).
62. INSERM. (2016). *Déficiences intellectuelles* (p. 1145) [Expertise collective]. INSERM.
63. Janeslätt, G., Granlund, M., Alderman, I., & Kottorp, A. (2008). Development of a new assessment of time processing ability in children, using Rasch analysis. *Health and Development*, 10.
64. Janeslätt, G., Granlund, M., & Kottorp, A. (2009). Measurement of time processing ability and daily time management in children with disabilities. *Disability and Health Journal*, 2(1), 15 - 19. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2008.09.002>
65. Janeslätt, Gunnel, Granlund, M., Kottorp, A., & Almqvist, L. (2010). Patterns of Time Processing Ability in Children with and without Developmental Disabilities. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 23(3), 250-262. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3148.2009.00528.x>
66. Karr, J. E., Areshenkoff, C. N., Rast, P., Hofer, S. M., Iverson, G. L., & Garcia-Barrera, M. A. (2018). The unity and diversity of executive functions : A systematic review and re-analysis of latent variable studies. *Psychological Bulletin*, 144(11), 1147-1185. <https://doi.org/10.1037/bul0000160>
67. Ke, X., & Liu, J. (2012). *Intellectual disability*. 28.
68. Lambert, T. (2018). *Evaluation de la notion de durée chez les enfants et adolescents porteurs de déficience intellectuelle légère* [Mémoire d'orthophonie]. Faculté de médecine Toulouse Rangueil.
69. Léger, A. (2016). *Perception et appropriation du temps dans la déficience intellectuelle : Proposition d'un outil d'évaluation* [Mémoire d'orthophonie]. Faculté de médecine de Paris.
70. Lejeune, H. (1998). Switching or gating? The attentional challenge in cognitive models of psychological time. *Behavioural Processes*, 44(2), 127-145. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(98\)00045-X](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(98)00045-X)
71. Lewis, P. A., & Miall, R. C. (2006). Remembering the time : A continuous clock. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(9), 401-406. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.07.006>
72. Liu, Y., Angstadt, M., Taylor, S. F., & Fitzgerald, K. D. (2016). The typical development of posterior medial frontal cortex function and connectivity during task control demands in youth 8–19 years old. *NeuroImage*, 137, 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.05.019>
73. Mäntylä, T., Carelli, M. G., & Forman, H. (2007). Time monitoring and executive functioning in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(1), 1 - 19. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.08.003>

74. McCormack, T., Brown, G. D. A., Maylor, E. A., Darby, R. J., & Green, D. (1999). Developmental Changes in Time Estimation : Comparing Childhood and Old Age. *Developmental Psychology*, 35(4), 1143- 1155.
75. Memisevic, H., & Sinanovic, O. (2014). Executive function in children with intellectual disability - the effects of sex, level and aetiology of intellectual disability : EF in children with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(9), 830-837. <https://doi.org/10.1111/jir.12098>
76. Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions : Four General Conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8 - 14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
77. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks : A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49- 100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
78. Montangero, J. (1984). Perspectives actuelles sur la psychogenèse du temps. *L'année psychologique*, 84(3), 433-460. <https://doi.org/10.3406/psy.1984.29038>
79. Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology : Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126(2), 220-246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.2.220>
80. Ogden, R.S., Salominaite, E., Jones, L. A., Fisk, J. E., & Montgomery, C. (2011). The role of executive functions in human prospective interval timing. *Acta Psychologica*, 137(3), 352 - 358. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2011.04.004>
81. Ogden, R.S., MacKenzie-Phelan, R., Montgomery, C., Fisk, J. E., & Wearden, J. H. (2018). Executive processes and timing : Comparing timing with and without reference memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 72(3), 377-388. <https://doi.org/10.1177/1747021817751869>
82. Ogden, R.S., Wearden, J. H., & Montgomery, C. (2014). The differential contribution of executive functions to temporal generalisation, reproduction and verbal estimation. *Acta Psychologica*, 152, 84-94. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.07.014>
83. OMS, (Organisation Mondiale de la Santé). (1993). *Classification internationale des troubles mentaux et des troubles du comportement : Descriptions cliniques et directives pour le diagnostic (10e édition (CIM-10))*. Masson.
84. OMS, (Organisation Mondiale de la Santé). (2019). *Classification internationale des troubles mentaux et des troubles du comportement : Descriptions cliniques et directives pour le diagnostic (11e édition (CIM-11))*.
85. Owen, A. L., & Wilson, R. R. (2006). Unlocking the riddle of time in learning disability. *Journal of Intellectual Disabilities*, 10(1), 9- 17. <https://doi.org/10.1177/1744629506062269>
86. Provasi, J., Rattat, A.-C., & Droit-Volet, S. (2011). Temporal bisection in 4-month-old infants. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37(1), 108 - 113. <https://doi.org/10.1037/a0019976>
87. Rammsayer, T. (1990). Temporal discrimination in schizophrenic and affective disorders : Evidence for a dopamine-dependent internal clock. *International Journal of Neuroscience*, 53(2 - 4), 111 - 120. <https://doi.org/10.3109/00207459008986593>

88. Rammsayer, T. H., & Brandler, S. (2007). Performance on temporal information processing as an index of general intelligence. *Intelligence*, 35(2), 123-139. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.04.007>
89. Rattat, A.-C., & Chevalier, N. (2020). The Different Contribution of Executive Control to Temporal Comparison and Reproduction in Children and Adults. *Journal of Cognition and Development*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/15248372.2020.1802278>
90. Rattat, A.-C., & Collié, I. (2020). Duration judgments in children and adolescents with and without mild intellectual disability. *Heliyon*, 6(11), e05514. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05514>
91. Rattat, A.-C., & Droit-Volet, S. (2002). Le transfert d'un apprentissage de durée d'action chez le jeune enfant : L'effet facilitateur de la variété des actions ? *Enfance*, 54(2), 141. <https://doi.org/10.3917/enf.542.0141>
92. Rowe, J., Lavender, A., & Turk, V. (2006). Cognitive executive function in Down's syndrome. *British Journal of Clinical Psychology*, 45(1), 5-17. <https://doi.org/10.1348/014466505X29594>
93. Roy, A. (2015). Approche neuropsychologique des fonctions exécutives de l'enfant : État des lieux et éléments de prospective. *Revue de neuropsychologie*, 7(4), 245. <https://doi.org/10.3917/rne.074.0245>
94. Roy, A., Le Gall, D., Roulin, J.-L., & Fournet, N. (2012). Les fonctions exécutives chez l'enfant : Approche épistémologique et sémiologie clinique. *Revue de neuropsychologie*, 4(4), 287. <https://doi.org/10.3917/rne.044.0287>
95. Taatgen, N. A., van Rijn, H., & Anderson, J. (2007). An integrated theory of prospective time interval estimation : The role of cognition, attention, and learning. *Psychological Review*, 114(3), 577-598. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.3.577>
96. Tartas, V. (2010). Le développement de notions temporelles par l'enfant. *Développements*, 4(1), 17. <https://doi.org/10.3917/devel.004.0017>
97. Tiekstra, & Hessels, M. G. P. (2009). Learning Capacity in Adolescents with Mild Intellectual Disabilities. *Rapports Psychologiques*, 804-814.
98. Tiekstra, M., Hessels, M. G. P., & Minnaert, A. E. M. G. (2009). Learning Capacity in Adolescents with Mild Intellectual Disabilities. *Psychological Reports*, 105(3), 804 - 814. <https://doi.org/10.2466/PRO.105.3.804-814>
99. Tillman, K. A., Marghetis, T., Barner, D., & Srinivasan, M. (2017). Today is tomorrow's yesterday : Children's acquisition of deictic time words. *Cognitive Psychology*, 92, 87 - 100. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.10.003>
100. Tollitte. (2011). *La prise en charge orthophonique en IME : importance du travail pluridisciplinaire et création d'outils d'information en vue d'améliorer la collaboration au sein de l'établissement* [Mémoire d'orthophonie]. Faculté de médecine Toulouse Rangueil.
101. Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval : Implications for a model of the « internal clock ». *Psychological Monographs: General and Applied*, 77(13), 1 - 31. <https://doi.org/10.1037/h0093864>
102. Vallat, R. (2018). Pingouin : Statistics in Python. *The Journal of Open Source Software*, 3(31), 1026. <https://doi.org/10.21105/joss.01026>

103. Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M.-W. (2007). Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(2), 162-169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2006.00863.x>
104. Vatakis, A., & Allman, M. (2015). *Time Distortions in Mind : Temporal Processing in Clinical Populations*. BRILL. <https://doi.org/10.1163/9789004230699>
105. Vicario, C. M. (2013). Cognitively controlled timing and executive functions develop in parallel? A glimpse on childhood research. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00146>
106. Volz, H.-P., Nenadic, I., Gaser, C., Rammsayer, T., Häger, F., & Sauer, H. (2001). Time estimation in schizophrenia: An fMRI study at adjusted levels of difficulty. *Neuroreport*, 12(2), 313 - 316. <https://doi.org/10.1097/00001756-200102120-00026>
107. Wearden, J.H. (2016). *The Psychology of Time Perception*. Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-40883-9>
108. Wearden, J. H. (1991). Human performance on an analogue of an interval bisection task. *Q J Exp Psychol B.*, 43(1), 59-81.
109. Williams, B. R., Ponesse, J. S., Schachar, R. J., Logan, G. D., & Tannock, R. (1999). Development of inhibitory control across the life span. *Developmental Psychology*, 35(1), 205 - 213. <https://doi.org/10.1037//0012-1649.35.1.205>
110. Willner, P., Bailey, R., Parry, R., & Dymond, S. (2010). Evaluation of executive functioning in people with intellectual disabilities : Evaluation of executive functioning. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(4), 366-379. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01249.x>
111. Xu, F., Han, Y., Sabbagh, M. A., Wang, T., Ren, X., & Li, C. (2013). Developmental Differences in the Structure of Executive Function in Middle Childhood and Adolescence. *PLoS ONE*, 8(10), e77770. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077770>
112. Yang, B., Chan, R. C. K., Zou, X., Jing, J., Mai, J., & Li, J. (2007). Time perception deficit in children with ADHD. *Brain Research*, 1170, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.07.021>
113. Zakay, D., & Block, R. A. (1996). The role of attention in time estimation processes. In *Advances in Psychology* (Vol. 115, p. 143-164). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(96\)80057-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(96)80057-4)

ANNEXES

Annexe 1 : Exemple d'autorisation de l'établissement pour accueillir l'étude



Ce projet de recherche s'inscrit dans le cadre d'un mémoire d'étudiant en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste ainsi que dans le cadre d'une thèse en psychologie. Les étudiantes concernées par le projet sont Leïla Margouti (étudiante en 5^{ème} année) et Esla Gourlat (1^{ère} année de doctorat).

Titre du projet : L'influence du contrôle inhibiteur sur les performances temporelles chez les enfants adolescents déficients intellectuels légers.

Chercheur titulaire responsable scientifique du projet : Anne-Claire RATTAT (Maître de conférences)

- Mail : anne-claire.rattat@univ-jfc.fr
- Téléphone : 05.63.48.17.05

Affiliation : Laboratoire Sciences de la Cognition, Technologie, Ergonomie (SCoTE) EA 7420, Université de Toulouse, INU Champollion, ALBI, France

Lieu de recherche : Institut Médico-Educatif

Partenariat : Le centre de formation en orthophonie de l'Université de Toulouse Paul Sabatier.

Contexte et but du projet de recherche : Evaluer avec précision la durée des événements est essentielle pour s'adapter à son environnement. Or, sur le terrain, un constat s'impose : les personnes porteuses de déficience intellectuelle présentent des difficultés au niveau temporel et les équipes de soin se disent bien souvent démunies face à cela, autant dans la manière de le prendre en charge que dans l'accompagnement de cette difficulté sur le plan de l'équipe pluridisciplinaire, du soutien à apporter à la famille, de l'information à véhiculer aux enseignants sur les possibles impacts d'un tel trouble. Ces difficultés d'estimation temporelle chez les personnes porteuses de déficience intellectuelle légère ont été objectivées lors de récentes études (Lambert, 2018 ; Adda-Joint, 2019).

Il s'agit aujourd'hui d'essayer de mieux cerner l'origine de ce déficit. L'hypothèse principale de notre étude porte sur une implication des fonctions exécutives dans les tâches d'estimation temporelle. Nous nous interrogeons actuellement sur l'influence des fonctions exécutives, et plus précisément l'influence de contrôle inhibiteur, sur les performances temporelles chez les enfants et adolescents déficients intellectuels légers. Dans un premier temps, nous souhaitons caractériser précisément l'implication du contrôle inhibiteur, dans les performances d'estimation temporelle auprès de populations typiques.

Ce qui va se passer au sein de votre établissement (méthodologie) : Dans un premier temps, nous sélectionnerons, avec les professionnels de l'établissement les enfants et adolescents porteurs d'une déficience intellectuelle légère, sur la base de leur performance à un test d'efficacité intellectuelle (la version courte du Wechsler Non Verbal - WNV). Parmi ces enfants, nous intégrerons à notre étude uniquement ceux âgés de 10 à 20 ans, ne présentant aucun trouble associé diagnostiqué de type TSA, T21, trouble psycho-comportementaux, etc.

Ainsi ceux dont les parents auront préalablement donné leur autorisation seront pris individuellement dans un endroit calme, pendant une période qui ne dérangera pas le bon fonctionnement de la classe, pour effectuer 6 tâches sur ordinateur. Les élèves devront être vus sur 2 périodes distinctes afin de réaliser les 6 tâches choisies pour cette étude. Chaque entretien durera entre 30 et 40 minutes durant lesquelles l'élève effectuera 3 des 6 tâches de l'étude.

Deux étudiantes seront en charge des passations des tâches : Leïla Margouti, étudiante en 5ème année d'orthophonie à l'Université Paul Sabatier de Toulouse et Esla Gourlat actuellement en 1^{ère} année de doctorat de psychologie à l'université Champollion d'Albi.

Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps : Votre participation à cette recherche est volontaire. Vous pourrez vous en retirer à n'importe quel moment de son déroulement, quel qu'en soit le motif, et demander que vos données soient détruites. Votre refus de participer ou de vous retirer de l'étude, en aucun cas, ne vous sera préjudiciable.

Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée : Cette recherche va générer un certain nombre de données à propos des enfants/adolescents fréquentant votre établissement. Les données obtenues seront traitées avec la plus grande confidentialité. Les résultats au test de calcul du QI non-verbal (format papier) seront stockés uniquement au sein de votre IME dans les dossiers personnels de chacun. Ensuite, une fois les groupes constitués, il n'y aura pas de moyen de reconnaître l'identité d'un participant lors de la présentation des résultats dans un colloque ou dans des revues scientifiques. Les résultats de chacun resteront anonymes et les traitements statistiques seront réalisés sur des données de groupe. De plus, les données concernant les épreuves temporelles seront gardées dans un endroit sécurisé au laboratoire SCoTE de l'INU Champollion d'Albi et seuls le responsable scientifique et les partenaires du projet y auront accès.

Bénéfices : Cette étude va permettre d'avoir une meilleure connaissance des difficultés rencontrées par les personnes porteuses de déficience intellectuelle légère en ce qui concerne le traitement des durées et l'efficacité de leur contrôle inhibiteur. Elle représente le premier volet d'une série d'études à venir dont l'objectif est de mieux comprendre les causes des déficits temporels observés chez cette population. L'objectif final étant de pouvoir proposer une rééducation adaptée visant à réduire ce déficit. Cela devrait avoir une incidence sur la prise en charge de cette population et leur accompagnement au sein de structures tels que les IME. En effet, approfondir les connaissances sur le développement des notions temporelles chez les personnes porteuses de déficience intellectuelle constitue un préalable pour permettre à terme de mieux adapter le dépistage, l'évaluation et la prise en charge de ces personnes.

Risques possibles : A notre connaissance, cette recherche n'implique aucun risque tant sur le plan physiologique, psychologique, social, ou légal.

Diffusion : Les résultats de cette étude seront rendus publics dans le mémoire mentionné précédemment en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste ainsi que dans la thèse également précédemment mentionné. De plus, ces résultats pourront également être diffusés dans des colloques et/ou publications dans des revues scientifiques. Aucune donnée individuelle ou permettant de connaître l'identité d'un participant ne sera présentée.

Vos droits de poser des questions en tout temps : Vous pouvez poser des questions au sujet de l'étude en tout moment en communiquant avec le représentant du responsable scientifique du projet par courrier électronique (anne-claire.rattat@univ-jfc.fr) ou l'étudiante en charge des passations, Leïla Margouti, par mail (layla9797@gmail.com) ou téléphone (06.58.76.22.40).

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré que mon établissement participe à cette recherche.

Nom de l'établissement :

Nom - Prénom :

Date :

Signature :

Cachet de l'établissement :

Un exemplaire de ce document vous est remis, un autre exemplaire est conservé dans le dossier.

Annexe 2 : Exemple de l'autorisation parentale pour participer à l'étude



Ce projet de recherche s'inscrit dans le cadre d'un mémoire d'étudiant en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste ainsi que dans le cadre d'une thèse en psychologie. Les étudiantes concernées par le projet sont Leïla Margouti (étudiante en 5ème année) et Esla Goulat (1^{ère} année de doctorat).

Titre du projet : L'influence du contrôle inhibiteur sur les performances temporelles chez les enfants adolescents déficients intellectuels légers.

Chercheur titulaire responsable scientifique du projet : Anne-Claire RATTAT (Maître de conférences)

- Mail : anne-claire.rattat@univ-jfc.fr
- Téléphone : 05.63.48.17.05

Affiliation : Laboratoire Sciences de la Cognition, Technologie, Ergonomie (SCoTE) EA 7420, Université de Toulouse, INU Champollion, ALBI, France

Lieu de recherche : Etablissement scolaire

Partenariat : Le centre de formation en orthophonie de l'Université de Toulouse Paul Sabatier.

Contexte et but du projet de recherche : Evaluer avec précision la durée des événements est essentielle pour s'adapter à son environnement. Or, sur le terrain, un constat s'impose : les personnes porteuses de déficience intellectuelle présentent des difficultés au niveau temporel et les équipes de soin se disent bien souvent démunies face à cela, autant dans la manière de le prendre en charge que dans l'accompagnement de cette difficulté sur le plan de l'équipe pluridisciplinaire, du soutien à apporter à la famille, de l'information à véhiculer aux enseignants sur les possibles impacts d'un tel trouble. Ces difficultés d'estimation temporelle chez les personnes porteuses de déficience intellectuelle légère ont été objectivées lors de récentes études (Lambert, 2018 ; Adda-Joint, 2019).

Il s'agit aujourd'hui d'essayer de mieux cerner l'origine de ce déficit. L'hypothèse principale de notre étude porte sur une implication des fonctions exécutives dans les tâches d'estimation temporelle. Nous nous interrogeons actuellement sur l'influence des fonctions exécutives, et plus précisément l'influence de contrôle inhibiteur, sur les performances temporelles chez les enfants et adolescents déficients intellectuels légers. Dans un premier temps, nous souhaitons caractériser précisément l'implication du contrôle inhibiteur, dans les performances d'estimation temporelle auprès de populations typiques.

Ce qui va se passer pour votre enfant (méthodologie) : Si vous acceptez que votre enfant participe à notre recherche, il sera pris individuellement dans un endroit calme, pendant une période qui ne dérangera pas le bon fonctionnement de la classe, pour effectuer 6 tâches sur ordinateur. Il sera vu sur 2 périodes distinctes afin de réaliser les 6 tâches choisies pour cette étude. Chaque entretien durera entre 30 et 40 minutes durant lesquelles votre enfant effectuera 3 des 6 tâches de l'étude.

Deux étudiantes seront en charge des passations des tâches : Leïla Margouti, étudiante en 5ème année d'orthophonie à l'Université Paul Sabatier de Toulouse et Esla Goulat actuellement en 1^{ère} année de doctorat de psychologie à l'université Champollion d'Albi.

Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps : Votre participation et celle de votre enfant à cette recherche est volontaire. Vous pourrez vous en retirer à n'importe quel moment de son déroulement,

quel qu'en soit le motif, et demander que vos données soient détruites. Votre refus de participer ou de vous retirer de l'étude, en aucun cas, ne sera préjudiciable à vous-même ou à votre enfant.

Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée : Les données obtenues seront traitées avec la plus grande confidentialité. Les résultats de chacun resteront anonymes. En effet, seul l'âge de votre enfant sera relevé. De plus, les données concernant les épreuves seront gardées dans un endroit sécurisé au laboratoire SCoTE de l'INU Champollion d'Albi et seuls le responsable scientifique et les partenaires du projet y auront accès.

Bénéfices : Cette étude va permettre d'avoir une meilleure connaissance des difficultés rencontrées par les personnes porteuses de déficience intellectuelle légère en ce qui concerne le traitement des durées. Cela devrait avoir une incidence sur leur prise en charge, leur accompagnement, au sein de structures tels que les Instituts Médico-Educatifs (IME). En effet, approfondir les connaissances sur le développement des notions temporelles (ici la durée) chez les personnes porteuses de déficience intellectuelle constitue un préalable pour permettre à terme de mieux adapter le dépistage, l'évaluation et la prise en charge de ces personnes.

Risques possibles : A notre connaissance, cette recherche n'implique aucun risque tant sur le plan physiologique, psychologique, social, ou légal.

Diffusion : Les résultats de cette étude seront rendus publics dans le mémoire mentionné précédemment en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste ainsi que dans la thèse également précédemment mentionné. De plus, ces résultats pourront également être diffusés dans des colloques et/ou publications dans des revues scientifiques. Aucune donnée individuelle ou permettant de connaître l'identité d'un participant ne sera présentée.

Vos droits de poser des questions en tout temps : Vous pouvez poser des questions au sujet de l'étude en tout moment en communiquant avec le représentant du responsable scientifique du projet par courrier électronique (anne-claire.rattat@univ-jfc.fr) ou l'étudiante en charge des passations, Leïla Margouti, par mail (layla9797@gmail.com) ou téléphone (06.58.76.22.40).

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré que mon enfant participe à cette recherche.

Nom – Prénom du parent :

Nom – Prénom de l'enfant :

Date :

Signature du parent :

Un exemplaire de ce document vous est remis, un autre exemplaire est conservé dans le dossier.

Annexe 3 : Photocopie de l'avis favorable rendu par le CERNI de Toulouse



Université
Fédérale
Toulouse
Midi-Pyrénées

A l'attention de
RATTAT Anne-Claire

À Toulouse, le 28 Octobre 2020

Affaire suivie par :

Christina WATKINS

CER-DRDV

Courriel : bureau-cer@univ-toulouse.fr

Tél. : 05 61 10 80 30

Objet : Avis de la commission pour le projet 2020-317

Titre du projet soumis : L'influence du contrôle inhibiteur sur les performances temporelles chez les adolescents déficients intellectuels légers.

Porteur de projet : RATTAT Anne-Claire, laboratoire SCoTE, INUC

Madame,

Compte tenu des éléments fournis dans votre demande, le Comité d'Éthique pour les Recherches de l'Université de Toulouse émet l'avis suivant : **Avis Favorable.**

Nous rappelons, par ailleurs, qu'il relève de la responsabilité des chercheurs de se conformer à leurs obligations légales notamment en ce qui concerne les aspects d'homologation du lieu de recherche ou RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données.

Le Comité d'Éthique rappelle au porteur de projet qu'il doit tenir compte des conditions sanitaires actuelles et mettre en œuvre un protocole sanitaire adapté en conformité avec les recommandations des tutelles.

Nous restons à votre disposition pour toute question.

Les membres du bureau CER.

Pr Maria Teresa Munoz Sastre

Pr Jacques Py

Rémi Capa

Annexe 4 : Consignes affichées sur l'écran lors des différentes tâches

- **Tâche de temps de réaction à deux choix :**

DEMONSTRATION

- ⇒ « Tu vas voir une flèche s'afficher sur l'écran. Quand la flèche pointe vers la gauche, tu appuies sur le bouton bleu, à gauche. Quand la flèche pointe vers la droite, tu appuies sur le bouton vert, à droite. Il n'y a pas de piège. Tu devras faire bien attention de ne pas te tromper. Essaie d'aller le plus vite possible. On va commencer avec deux exemples. »

ENTRAÎNEMENT

- ⇒ « Maintenant tu vas faire plusieurs entraînements. Tu devras faire bien attention de ne pas te tromper. Essaie d'aller le plus vite possible. ».

TEST

- ⇒ Bloc 1 : « Le vrai jeu commence maintenant. Il va y avoir deux parties. A chaque fois, tu dois essayer d'être plus rapide qu'à l'entraînement mais toujours sans te tromper. Voici la première partie. »
- ⇒ Bloc 2 « Voici la seconde partie. Continue d'être plus rapide qu'à l'entraînement mais toujours sans faire d'erreur. »

- **Tâche de bisection temporelle**

DÉMONSTRATION

- ⇒ Phase 1 : « Tu vas voir plusieurs ronds s'afficher à l'écran. »
Avant les 2 ronds courts : « regarde, voici les ronds courts ».
Avant les 5 ronds longs : « maintenant voici les ronds longs ».

ENTRAÎNEMENT

- ⇒ Phase 2 : « Tu vas voir plusieurs ronds s'afficher à l'écran. Après chaque rond, tu devras dire s'il était court ou long. Si tu penses que c'était le rond court, tu appuies sur la touche bleue (ou verte) et si tu penses que c'était le rond long tu appuies sur la touche verte (ou bleue). Si ta réponse est correcte tu verras un smiley souriant à l'écran et si ta réponse est incorrecte tu verras un smiley triste ».

TEST

- ⇒ Phase 3 : « Tu vas jouer au même jeu mais cette fois-ci il y a aura plus de ronds et tu n'auras plus de smileys. Après chaque rond, si tu penses qu'il ressemblait plus au rond court tu appuies sur la touche bleue (ou verte), et si tu penses qu'il ressemblait plus au rond long tu appuies sur la touche verte (ou bleue). Tu devras faire bien attention de ne pas te tromper. Essaie d'aller le plus vite possible. Quand tu es prêt tu peux commencer en appuyant sur la touche OK. »

- **Tâche de reproduction temporelle**

ENTRAÎNEMENT

- ⇒ « Tu vas voir un premier rond bleu s'afficher sur l'écran. Ensuite, tu devras faire apparaître un deuxième rond bleu en appuyant sur la touche OK. Une fois que tu penses que ce deuxième rond bleu est resté à l'écran aussi longtemps que le premier, tu appuies à nouveau sur la touche OK pour le faire disparaître. Autrement dit, tu dois faire en sorte que ce deuxième rond s'affiche aussi longtemps que le premier. Je vais faire 2 exemples devant toi pour te montrer et ensuite tu feras 4 exemples seul pour voir si tu as bien compris. »

TEST

- ⇒ « Maintenant c'est le vrai jeu, tu dois faire la même chose, mais il y en aura beaucoup plus. Tu devras faire bien attention de ne pas te tromper. »

- **Tâche d'interférence de la taille des animaux**

ENTRAÎNEMENT :

- ⇒ 1. « A chaque fois, tu vas voir deux dessins d'animaux sur l'écran, un à droite et un à gauche. Tu dois appuyer sur la touche située du même côté que l'animal qui est le plus grand dans la vie. On va d'abord faire 8 exemples ensemble. »

TEST

- ⇒ 2. « Maintenant, c'est à toi de faire le jeu tout seul. Tu devras faire bien attention de ne pas te tromper. Essaie d'aller le plus vite possible. Quand tu es prêt, appuies sur la touche OK. »

- **Tâche d'interférence multi-source**

DÉMONSTRATION

- ⇒ « Ici, tu vas voir à chaque fois trois chiffres affichés au milieu de l'écran. Ta mission, c'est de trouver le chiffre qui n'est pas pareil que les deux autres, et appuyer sur la touche qui lui correspond. Le chiffre qui n'est pas pareil peut être soit à gauche, soit à droite, soit au milieu. Sur le boîtier, tu as une touche pour chaque chiffre. A toi d'appuyer sur la bonne. Tu devras faire bien attention de ne pas te tromper. Essaie d'aller le plus vite possible. On va d'abord faire des exemples ensemble. »

ENTRAÎNEMENT 1

- ⇒ « Maintenant, tu vas faire un premier entraînement. A chaque fois, la position sur l'écran du chiffre sur qui n'est pas pareil que les autres, sera au même endroit que la touche sur le boîtier. »

ENTRAÎNEMENT 2

- ⇒ « Maintenant, tu vas faire un second entraînement. Cette fois, la position sur l'écran du chiffre sur qui n'est pas pareil que les autres, ne sera pas au même endroit que la touche sur le boîtier. »

TEST

- ⇒ « Le jeu commence. Il va y avoir deux parties, comme à l'entraînement. On commence par la première partie. Ici la position du chiffre sur qui n'est pas pareil que les autres sera au même endroit que la touche sur le boîtier. »
- ⇒ « Voici la seconde partie. Ici, la position sur l'écran du chiffre sur qui n'est pas pareil que les autres, ne sera pas au même endroit que la touche sur le boîtier».

- **Tâche de Go-No Go**

DEMONSTRATION

- ⇒ « C'est un jeu de pêche. Tu vas voir plein de poissons s'afficher à l'écran. Il y a certains poissons que tu dois pêcher et d'autres qu'il ne faut pas pêcher car ce sont des espèces protégées. »

ENTRAÎNEMENT 1

- ⇒ Pour pêcher un poisson, tu dois être dans ton bateau. Pour être dans le bateau, tu dois garder ta main appuyée sur le bouton vert, à droite. Dès que tu vois le poisson, tu dois relâcher ce bouton vert pour aller appuyer sur le bouton bleu, à gauche avec la même main. N'oublie pas de ré-appuyer sur le bouton vert pour remonter dans ton bateau. Tu devras faire bien attention de ne pas te tromper. Essaie d'aller le plus vite possible. On va faire quelques exemples ensemble."

ENTRAÎNEMENT 2

- ⇒ « Maintenant, tu vas t'entraîner à pêcher les poissons. Il n'y aura pas de piège, tu dois pêcher tous les poissons. »

ENTRAÎNEMENT 3

- ⇒ « Tu vas à nouveau t'entraîner à pêcher les poissons, mais cette fois-ci il y aura à la fois des poissons à pêcher et des poissons à éviter. »

TEST

- ⇒ « A ton tour de jouer maintenant »

Annexe 5 : Formules de calculs des variables dépendantes

Variables en fonction de tâches		Formule	Précisions
CRT	TR médian (ms)	/	
	% BR	/	
Bisection	PSE	$t(p(long) 50\%)$	Le point d'égalité subjective (PES), aussi appelé point de bisection, correspond à la durée du stimulus pour laquelle le participant donne 50% de réponses Long et 50% de réponses Court
	RW	$\frac{(t(p(long) 75\%) - (t(p(long) 25\%)) / 2}{PSE}$	Le ratio de Weber (RW), qui est un indice sur la sensibilité temporelle, c'est-à-dire la capacité du sujet à donner une même réponse pour une même durée.
	Indice de pente	Dans un premier temps, réaliser une régression linéaire pour chaque participant sur la partie la plus abrupte de sa courbe de Ensuite, à partir des résultats de la régression; le calcul est le suivant : $\frac{(50 - (b0))}{b1}$	b0 correspond à l'indice de pente de la courbe (la constante) b1 correspond au coefficient de régression b0 et b1 sont des chiffres à prendre dans les résultat de la régression
Reproduction	Score de précision	$\frac{durée\ estimée - durée\ cible}{durée\ cible}$	
	Coefficient de variation	$\frac{écart\ type\ de\ la\ durée\ estimée}{médiane\ durée\ estimée}$	
RAST	TR_Score d'interférence (ms)	$TR\ essais\ congruents - TR\ essais\ incongruents$	
	% BR Score d'interférence	$\% BR\ essais\ congruents - \% BR\ essais\ incongruents$	
Multi-source	TR_Score d'interférence (ms)	$TR\ essais\ congruents - TR\ essais\ incongruents$	
	%BR_Score d'interférence	$\% BR\ essais\ congruents - \% BR\ essais\ incongruents$	
Go-No Go	Score d'	$z(Hit) - z(FA)$	Hit correspond au nombre de Go avec réaction du participant FA correspond au nombre de No Go avec réaction du participant
	TR médian Hit (ms)	/	
	TR Fausse Alarme médian (ms)	/	

Annexe 6 : Tableau des conditions d'application pour les 4 groupes : DIL 13-16 ans, TV 10-12 ans, TV 13-16 ans, TV 17-20ans.

Variables		Normalité	Homoscédasticité	
		SW	H, C et B	L
CRT	TR médian	$p = .001$	$p < .001$	$p < .05$
	% BR	$p < .001$	$p = .001$	$p = .206$
Bissection	PSE	$p < .001$	$p < .001$	$p = .221$
	W	$p < .001$	$p < .001$	$p = .076$
	Pente	0.569	$p = .281$	$p = .2$
Reproduction	Score de précision	$p < .001$	$p < .05$	$p = .114$
	Coefficient de variation	$p < .001$	$p < .001$	$p = .275$
RAST	TR_Score d'interférence	0.031	$p = .222$	$p = .253$
	%BR_Score d'interférence	$p < .001$	$p < .001$	$p = .17$
Multisource	TR_Score d'interférence	0.066	$p < .05$	$p = .09$
	%BR_Score d'interférence	$p < .001$	$p < .001$	$p < .001$
Go No-Go	d'	0.010	$p = .38$	$p = .266$
	TR Hit	0.179	$p = .893$	$p = .874$
	TR FA	0.334	$p = .168$	$p = .372$

Annexe 7 : Diagrammes des comparaisons entre les groupes DIL et TV âgés de 13 à 16 ans

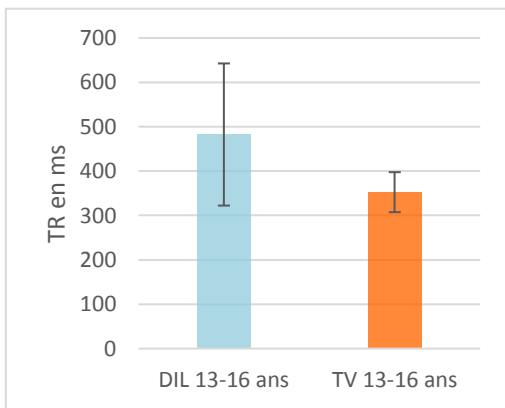


Figure I : Comparaison des TR des groupes DIL et TV 13-16 ans dans la tâche de CRT

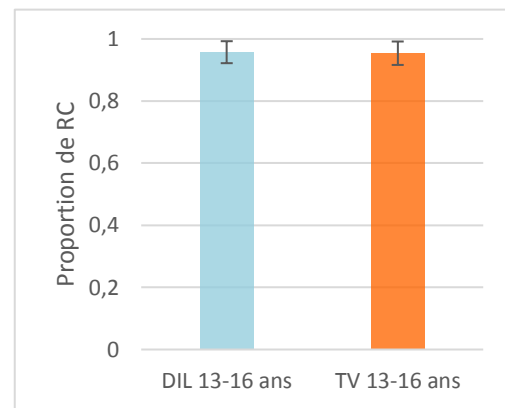


Figure II : Comparaison des proportions de RC des groupes DIL et TV 13-16 ans dans la tâche de CRT

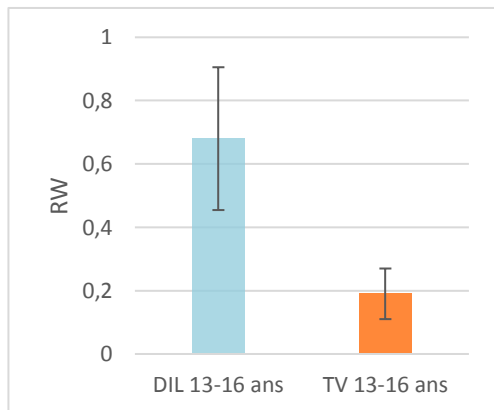


Figure III : Comparaison des RW des groupes DIL et TV 13-16 ans dans la tâche de bissection temporelle

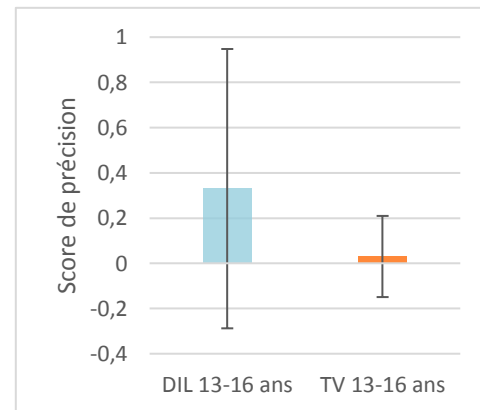


Figure IV : Comparaison des scores de précision des groupes DIL et TV 13-16 ans dans la tâche de reproduction temporelle

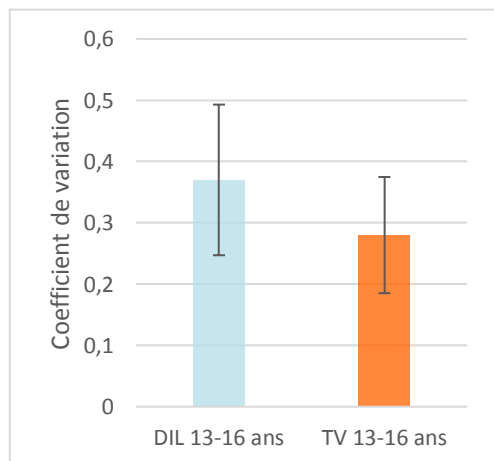


Figure V : Comparaison des coefficients de variation des groupes DIL et TV 13-16 ans dans la tâche de reproduction temporelle

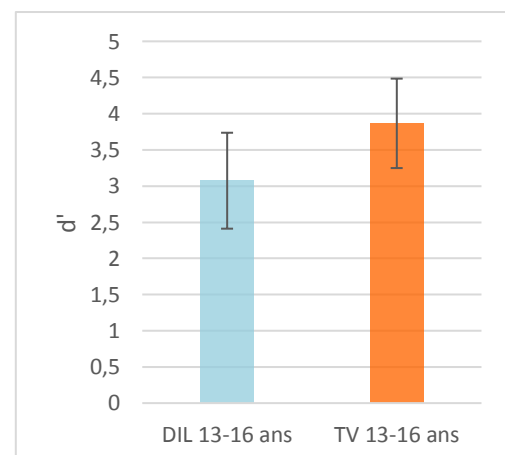


Figure VI : Comparaison du score d' des groupes DIL et TV 13-16 ans dans la tâche de Go-No Go

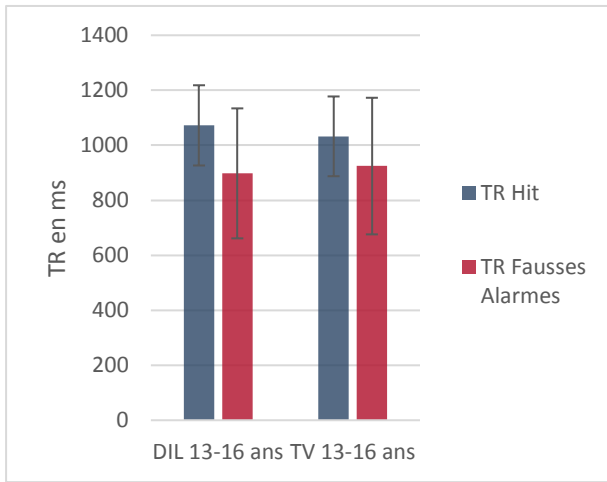


Figure VII : Comparaison des TR Hit et FA des groupes DIL et TV 13-16 ans dans la tâche de Go-No Go

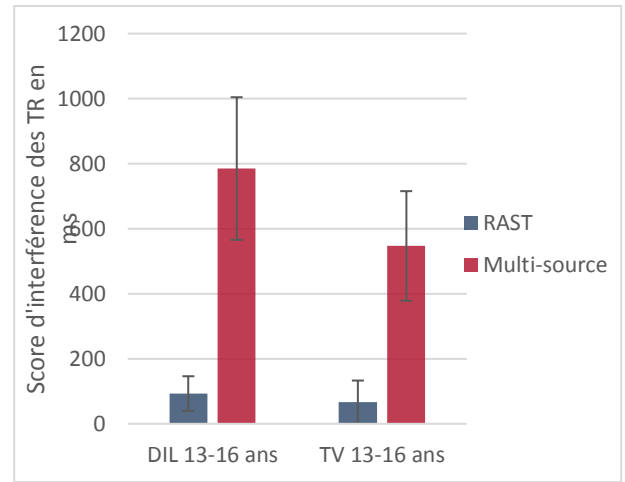


Figure VIII : Comparaison des scores d'interférence des TR des groupes DIL et TV 13-16 ans dans les tâches de RAST et du multi-source

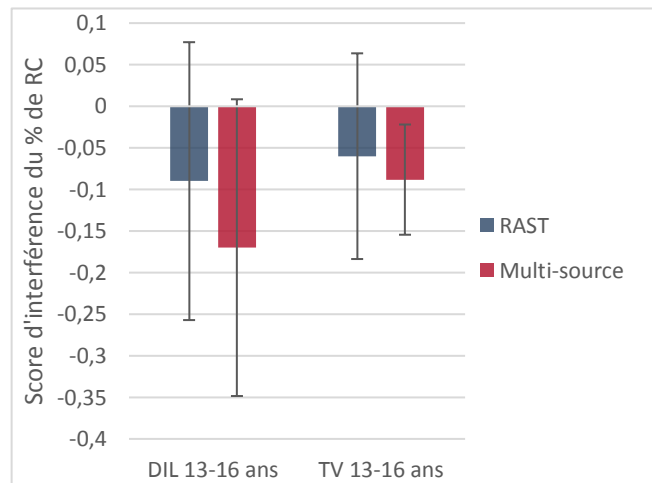


Figure IX : Comparaison des scores d'interférence des BR des groupes DIL et TV 13-16 ans dans les tâches de RAST et du multi-source

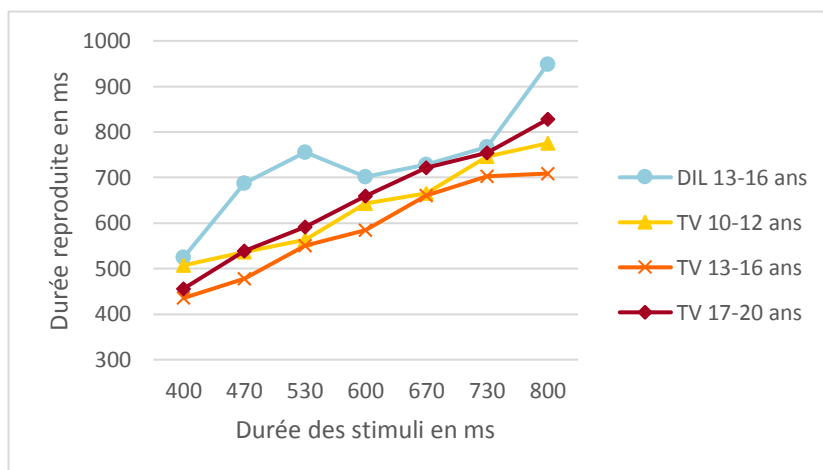


Figure X : Durée moyenne de reproduction chez les sujets DIL et TV

RESUME

Titre : Implication du contrôle inhibiteur dans les performances d'estimation temporelle chez les enfants et adolescents en situation de déficience intellectuelle légère idiopathique.

Résumé : Les études scientifiques portant sur le temps et la déficience intellectuelle légère (DIL) sont peu nombreuses mais font état de difficultés persistantes dans les domaines de la temporalité, notamment dans l'estimation des durées. Dans l'idée de mieux cerner ces difficultés, le présent mémoire se questionne sur l'implication du contrôle inhibiteur dans l'estimation temporelle. Nous supposons qu'à performances d'inhibition équivalentes, les capacités d'estimation temporelle des jeunes en situation de DIL idiopathique seraient comparables à celles des individus tout-venant (TV) appariés en âge chronologique. Pour vérifier ces hypothèses, un protocole comprenant 6 tâches informatisées a été conçu. Il se compose d'1 tâche de mesure de la vitesse de traitement, de 2 tâches d'estimation temporelle et de 3 tâches d'inhibition. Ce protocole devait être proposé à 189 participants âgés de 7 à 20 ans. En raison de la crise sanitaire, ce mémoire présente les résultats préliminaires de l'étude sur un échantillon de 86 participants (18 sujets DIL et 68 sujets TV) Les analyses statistiques n'ont pu être réalisées que sur les groupes comprenant suffisamment de participants, à savoir : DIL 13-16 ans, TV 10-12 ans, TV 13-16 ans et TV 17-20 ans. Une comparaison des groupes DIL et TV 13-16 ans a d'abord été réalisée, ainsi que dans un second temps, une analyse développementale des sujets TV de 10 à 20 ans. Les résultats ont montré que sur la tranche d'âge 13-16 ans, les performances des participants en situation de DIL sont inférieures à celles de leur pairs TV en vitesse de traitement de l'information, en estimation temporelle ainsi qu'au niveau du contrôle inhibiteur. Chez les adolescents TV, aucune évolution des performances temporelles n'est repérée. Néanmoins, de meilleurs résultats dans les performances du contrôle inhibiteur à 17-20 ans en comparaison aux groupes plus jeunes sont observés. Il s'agira dans le cadre d'un projet plus global (thèse d'une étudiante en Psychologie), de poursuivre l'inclusion de nouveaux participants dans l'étude afin de mener des analyses plus approfondies apportant des réponses à nos questionnements.

Mots-clés : déficience intellectuelle, temps, estimation temporelle, contrôle inhibiteur, développement, fonctions exécutives

Title : Impact of inhibitory control in temporal estimation performance in children and adolescents with idiopathic mild intellectual disability.

Abstract : They are few scientific studies on time and mild intellectual disability (MID), but they report persistent difficulties in the area of temporality, particularly in temporal estimation. In order to understand better these difficulties, the present study investigates the impact of inhibitory control in temporal estimation, postulating that, for equivalent inhibitory performance, temporal estimation abilities of young people with idiopathic MID would be comparable to those of individuals (TV) matched on chronological age. To test this hypothesis, a protocol was designed, including 6 tasks: 1 processing speed task, 2 temporal estimation tasks and 3 inhibition tasks. This protocol was to be offered to 189 participants aged from 7 to 20 years old. However, due to the COVID-19 crisis, we were not able to gather all the participants for the study. Therefore, we will present the preliminary results conducted with only 86 participants. Statistical analyzes were conducted only on the following groups: MID 13-16, TV 10-12, TV 13-16, and TV 17-20 years old. A comparison between the MID and TV 13-16 years old groups was first carried out and was followed by a developmental analysis of the TV 10-20 years old. The results showed that, among the 13-16 years age group, the performance of the MID participants was inferior to that of their TV peers when it comes to information processing speed, temporal estimation and inhibitory control. Concerning the evolution of temporal estimation skills and inhibitory control in TV adolescents, no evolution of temporal performance has been observed However, we noticed better results in inhibitory control performance among people aged 17 to 20 years compared to the two younger groups. In the framework of an ongoing thesis project, additional participants will be included in the final sample in order to conduct further analyses. Teses analyzing aim at collecting additional answers to our questions.

Keywords: intellectual disabilities, time, temporal estimation, inhibitory control, development, executive functions

Revu et validé
Le 28 mai 2021

Anne-Claire Rattat

Isabelle Collié

