

Université de Montréal

**Le développement de l'intelligence non verbale à l'âge préscolaire d'enfants diagnostiqués
d'un trouble développemental du langage**

Par

Karine Jauvin

Département de psychologie, Faculté des arts et des sciences

Essai doctoral présenté en vue de l'obtention du grade de D.Psy.

en psychologie clinique, option enfance-adolescence

Août 2023

© Karine Jauvin, 2023

Université de Montréal
Département de psychologie, Faculté des arts et des sciences

Cet essai doctoral intitulé

**Le développement de l'intelligence non verbale à l'âge préscolaire d'enfants diagnostiqués d'un
trouble développemental du langage**

Présenté par

Karine Jauvin

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes

Miriam Beauchamp

Présidente

Marie-Julie Béliveau

Directeur de recherche

Anne Gallagher

Membre du jury

Résumé

Cette étude longitudinale avec deux temps de mesure vise à caractériser le développement de l'intelligence non verbale (INV) chez des enfants évalués initialement avant 7:3 ans atteints du trouble développemental du langage (TDL). Elle vise également à identifier les facteurs prédictifs de la variation de l'INV, parmi la vitesse de traitement de l'information (VTI), l'intelligence verbale et non verbale et l'âge à la première évaluation tout en contrôlant pour les caractéristiques sociodémographiques. Les données d'évaluations intellectuelles ont été colligées à partir des dossiers psychologiques et médicaux d'enfants ayant consulté en clinique de pédopsychiatrie. L'échantillon est composé de 73 enfants diagnostiqués d'un TDL ayant eu deux évaluations aux échelles de Wechsler. La première évaluation s'est en moyenne déroulée à l'âge de 5 ans et la deuxième à l'âge de 8:3 ans. Trois groupes ont pu être formés selon l'évolution de l'INV : diminution ($n = 22$), croissance ($n = 21$) ou stabilité ($n = 28$). Selon des analyses de variance, ces trois groupes se distinguent significativement quant à leurs niveaux initiaux d'habiletés intellectuelles verbales et non verbales et quant à l'âge de l'enfant aux deux temps de mesure. Des analyses de régression multiple indiquent qu'un plus jeune âge à la première évaluation prédit significativement une INV plus élevée à la réévaluation. Enfin, être plus jeune, de sexe féminin, avoir de meilleures habiletés de traitement visuospatial, des habiletés verbales plus faibles ainsi qu'un plus petit écart entre les habiletés verbales et non verbales prédisent significativement une augmentation de l'INV. Ces résultats relèvent l'importance de réévaluer les capacités intellectuelles des enfants diagnostiqués de TDL.

Mots clés : développement, trouble développemental du langage, intelligence non verbale, préscolaire, psychologie clinique de l'enfance

Abstract

This longitudinal study with two measurement time points aims to characterize the progression of nonverbal intelligence (NVI) in children with Developmental Language Disorder (DLD) initially assessed before 7:3 years of age. Also, it aims to identify predictors of NVI variability, among processing speed (PS), initial verbal and nonverbal intelligence and age while controlling for sociodemographic variables. Data were collected from the psychological and medical records of children seen in a child psychiatric clinic. The sample consisted of 73 children diagnosed with DLD who had completed two Wechsler scale assessments. The first assessment took place at the average age of 5 years and the second at the average age of 8:3 years. Three groups were formed according to the evolution of the NVI: decrease (n = 22), increase (n = 21) or stability (n = 28). Analyses of variance indicated that initial verbal and nonverbal intellectual skills and age (T1 and T2) distinguished these three groups. Multiple regression analyses indicated that a younger age at initial assessment significantly predicted higher NVI at reassessment. Being younger, female, having higher verbal and visuospatial processing skills and PS, and having a thinner gap between verbal and nonverbal skills significantly predicted higher NVI. These findings underscore the importance of reassessing intellectual ability in children diagnosed with DLD.

Keywords: development, developmental language disorder, nonverbal intelligence, preschool, clinical childhood psychology

Table des matières

Résumé	ii
Abstract	iv
Liste des tableaux	viii
Liste des figures	ix
Liste des sigles et abréviations	x
Remerciements	xi
Introduction	1
Position du problème	1
Le trouble développemental du langage	3
L'intelligence non verbale	4
L'importance de l'âge préscolaire dans le développement	5
Le développement intellectuel dans la population normale	5
Le développement intellectuel de populations atypiques	6
Le développement intellectuel en contexte de trouble du langage (DSL ou TDL)	8
Vitesse de traitement de l'information	9
Autres facteurs associés au développement intellectuel et au TDL	10
Considérations à prendre dans l'évaluation de l'intelligence	11
Objectifs	11

Hypothèses.....	12
Méthodologie	12
Participants	12
Procédures	13
Mesures.....	14
<i>Diagnostics psychiatriques</i>	14
<i>Mesures de l'intelligence non verbale</i>	15
<i>Mesures de la compréhension verbale</i>	16
<i>Mesures de la vitesse de traitement de l'information</i>	16
Traitement statistique	16
<i>Traitement des données manquantes</i>	16
<i>Préparation des données</i>	18
<i>Vérifications préalables</i>	18
<i>Analyses pour l'objectif 1 : profils d'évolution</i>	19
<i>Analyses pour l'objectif 2 : comparaison selon les profils d'évolution de l'INV</i>	21
<i>Analyses pour l'objectif 3 : corrélations et régressions</i>	21
Résultats	22
Analyses préliminaires	22
<i>Variables sociodémographique</i>	24
<i>Analyse du changement d'instruments de mesure.</i>	25
Analyses principales	26
<i>Analyse des profils d'évolution de l'INV</i>	26
<i>Notes. Scores obtenus à partir des moyennes des 40 imputations.</i>	27
<i>Différences entre les groupes selon l'évolution de l'INV</i>	27
<i>Analyses des variables corrélant avec l'INV au temps 2 et le ΔINV</i>	28
<i>Régressions hiérarchiques</i>	29
Discussion	33

L'évolution de l'intelligence non verbale en contexte de TDL.....	34
Le rôle du Gf et du Gv dans le développement de l'INV.....	35
Liens entre la compréhension verbale et l'INV.....	37
La vitesse de traitement de l'information.....	38
Liens avec l'âge.....	39
Facteurs de risques liés aux profils d'évolution de l'INV.....	40
Forces de l'étude.....	40
Implications cliniques.....	41
Limites de l'étude et implications pour des recherches futures.....	42
Autres variables à considérer.....	44
Conclusion.....	44
Bibliographie.....	46
Annexe A – Caractéristiques des échantillons.....	57
Annexe B - Propriétés psychométriques et composition des échelles.....	59
Annexe C – Détails de la préparation de données.....	61

Liste des tableaux

Tableau 1	<i>Instruments de mesure utilisés pour les participants TDL (et non-TDL)</i>	16
Tableau 2	<i>Groupes d'évolution de l'intelligence non verbale (INV ; N = 73)</i>	20
Tableau 3	<i>Caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon</i>	23
Tableau 4	<i>Diagnostics de l'échantillon au deuxième bilan psychiatrique (N = 73)</i>	23
Tableau 5	<i>Données provenant des évaluations intellectuelles (N = 73)</i>	24
Tableau 6	<i>Analyses de variance unilatérale des groupes d'évolution de l'intelligence non verbale</i>	28
Tableau 7	<i>Corrélations entre les variables sociodémographiques et les scores de QI</i>	30
Tableau 8	<i>Modèle de régression hiérarchique du score d'intelligence non verbale (INV) au temps 2</i>	31
Tableau 9	<i>Modèle de régression hiérarchique de la variation de l'intelligence non verbale (ΔINV)</i>	32
Tableau 10	<i>Propriétés psychométriques des échelles de Wechsler</i>	59
Tableau 11	<i>Sous-tests des différentes versions des échelles de Wechsler</i>	60
Tableau 12	<i>Fréquence des données manquantes</i>	61
Tableau 13	<i>Scores extrêmes univariés dans les 40 banques de données de l'imputation multiple</i>	62

Liste des figures

Figure 1	<i>Répartition des scores d'intelligence non verbale (INV ; N = 73)</i>	20
Figure 2	<i>Analyse de variance à deux facteurs : l'effet de l'âge développemental et du changement de test sur la différence de score d'intelligence non verbale entre les évaluations (n = 102) 26</i>	26
.....		26
Figure 3	<i>Évolution du score d'intelligence non verbale (INV) sur deux temps de mesure (N = 73) 27</i>	27
Figure 4	<i>Critères d'inclusion et d'exclusion menant à l'échantillon TDL</i>	57
Figure 5	<i>Description de l'échantillon pour l'analyse d'imputations multiples (bleu foncé) .58</i>	.58

Liste des sigles et abréviations

CPPE : clinique psychiatrique de la petite enfance

DSL : Déficit spécifique du langage

g : facteur général de l'intelligence – intelligence globale

Gc : Intelligence cristallisée – intelligence verbale

Gf : Intelligence fluide

Gv : Traitement visuospatial

INV : Intelligence non verbale

Δ INV : Différence entre les scores d'intelligence non verbale des deux temps de mesure.

QI : quotient intellectuel

TDL : Trouble développemental du langage

TSA : Trouble du spectre de l'autisme

VTI : Vitesse de traitement de l'information

WISC : Échelles d'intelligence de Wechsler pour enfants

WPPSI : Échelles d'intelligence de Wechsler pour la période préscolaire et primaire

Remerciements

Merci à mes collègues, ma famille et mes amis pour tout le soutien qu'ils m'ont donné pendant tout mon parcours doctoral. Merci à Philippe d'avoir été le meilleur support moral. Merci également à mon père, mon frère, mes tantes et ma sœur de cœur Chanel pour leurs encouragements. Un merci tout particulier à la meilleure cohorte : Fannie, Florence, Naïla, Dorothée, Martha-Émeline, Émilie et Mira pour tout le plaisir partagé et pour nos multiples sessions de rédaction communes qui m'ont vraiment aidé à avancer. Un autre merci tout particulier à Mélodie, à Fannie et à Lucas pour votre amitié et pour toute l'aide précieuse que vous m'avez offerte. Merci à toutes mes superviseuses de stages de m'avoir chacune apporté une expérience enrichissante et une généreuse écoute. Merci à ma directrice Marie-Julie d'avoir toujours été patiente et compréhensive dans les défis traversés et de m'avoir apporté l'aide dont j'avais besoin. Merci à Miguel Chagnon pour ses multiples recommandations statistiques dans le souci d'assurer la rigueur scientifique des démarches. Finalement, merci aux étudiants qui ont contribué à la collecte de données : Paulina, Marc-Antoine et Florence.

Introduction

Parmi les troubles neurodéveloppementaux, le trouble développemental du langage (TDL), qui consiste en des difficultés significatives et persistantes du langage ne résultant pas d'autres troubles ou déficits connus, est l'un des plus fréquents (Bishop et al., 2017). En effet, il touche de 5,33% à 10,66% des enfants de 4 à 5 ans selon les critères diagnostiques utilisés (Norbury et al., 2016; Tomblin et al., 1997). Au Québec, une étude préliminaire de prévalence a trouvé que le TDL affecte 9% à 14% des enfants de 5 ans (Paul et Thordardottir, 2019).

Les troubles du langage ont suscité beaucoup d'intérêt aux niveaux scientifique et clinique considérant, notamment, les difficultés scolaires et socioémotionnelles que des difficultés langagières peuvent entraîner au cours de la vie. À l'adolescence, avoir un historique de TDL est associé à une qualité moindre des liens d'amitié et un plus haut taux de difficultés émotionnelles et comportementales (Durkin et Conti-Ramsden, 2007; Moukina, 2013; Wadman et al., 2011). À l'âge adulte, avoir un diagnostic de TDL est associé à un risque accru de difficultés de lecture, de ne pas compléter d'études supérieures, d'être sans emploi et d'être dépendant financièrement (Clegg et al., 2005; Conti-Ramsden et al., 2018; Elbro et al., 2011).

Position du problème

Dès l'âge de 5 ans, une faible intelligence non verbale (INV) est associée à un pronostic défavorable dans plusieurs sphères de fonctionnement chez des enfants atteints de TDL (Bishop et al., 2017). L'INV, mesurée à l'enfance ou à l'âge adulte, est positivement liée aux habiletés langagières, au niveau d'éducation et à l'indépendance financière à l'âge adulte (Conti-Ramsden et al., 2018; Winstanley et al., 2018). De plus, le niveau d'INV à l'enfance prédit mieux la qualité de vie à l'âge adulte que les scores d'habiletés langagières (Elbro et al. 2011).

Parmi des enfants atteints de trouble du langage, des données ont révélé une petite augmentation de l'INV entre deux évaluations intellectuelles au début de l'âge scolaire, suivi

d'une grande diminution de l'INV lors de réévaluations subséquentes (Botting, 2005). À notre connaissance, deux études ont regardé l'INV d'enfants atteints de TDL de l'âge préscolaire au début de l'âge scolaire : Yang et collègues (2010) ont trouvé que l'association des scores d'intelligence (verbale, non verbale ou générale) entre l'âge préscolaire et scolaire était de niveau modéré, et plus faible que celle trouvée chez les enfants atteints d'autres diagnostics. Henry et collègues (2018) ont remarqué une diminution de l'INV à l'âge préscolaire pour près d'un cinquième de leur échantillon d'enfants à risque de TDL. Ces études n'avaient toutefois pas regardé différents profils d'évolution de l'INV parmi des enfants atteints de TDL, ce à quoi le premier objectif de la présente étude permet de répondre. Ainsi, notre première question de recherche est la suivante : parmi les enfants ayant un TDL, est-ce que des profils d'évolution distincts de leur INV peuvent être identifiés à l'âge préscolaire.

Ensuite, un second objectif de l'étude vise à vérifier quelles caractéristiques intellectuelles ou sociodémographiques de l'enfant à l'âge préscolaire pourraient être associées aux profils d'évolution de l'INV. Puis, enfin, lesquelles pourraient permettre de prédire la variation d'INV et le score d'INV au temps 2. Les caractéristiques suivantes seront entre autres explorées : les comorbidités psychiatriques ou neurodéveloppementales, l'efficacité de la vitesse de traitement de l'information (VTI), l'intelligence verbale et des mesures de l'INV au temps 1.

Étant deux composantes importantes de l'intelligence générale, le développement de l'INV et de l'intelligence verbale se révèle interrelié (Houwen et al., 2016). Selon une étude de jumeaux, le développement commun entre les parties verbale et non verbale de l'intelligence est entièrement expliqué par la génétique dès l'âge scolaire (Hoekstra et al., 2007). De plus, une covariation du développement des habiletés langagières avec le développement de l'INV est également rapportée (Conti-Ramsden et al., 2012). Bien qu'associées, les habiletés langagières et l'intelligence verbale constituent deux concepts distincts. Les habiletés langagières désignent les

sous-composantes du langage, telles que la sémantique, la phonologie, la morphosyntaxe, etc. Elles sont évaluées cliniquement en orthophonie. L'intelligence verbale réfère à la composante de l'intelligence générale qu'est la compréhension verbale (Gc). À notre connaissance, aucune étude n'a porté sur les intercorrélations entre l'intelligence verbale et l'INV à l'âge préscolaire auprès d'enfants atteints d'un TDL. Ainsi, la compréhension du lien entre les fonctionnements verbal et non verbal en la présence d'un TDL est insuffisante. Dans le présent projet, l'âge préscolaire va jusqu'à l'âge de 7 ans : des données récentes sur le développement intellectuel ont permis de rapporter que le raisonnement inductif s'acquiert après cet âge (Spanoudis et Demetriou, 2020).

Le trouble développemental du langage

Selon l'American Psychiatric Association (2015), « le langage inclut la forme, la fonction et l'utilisation d'un système conventionnel de symboles (p. ex., des paroles, la langue des signes, des mots écrits, des photos) d'une manière régie par des règles de la communication ». Le TDL est diagnostiqué chez les enfants ayant des difficultés significatives langagières de l'expression et/ou de la compréhension en présence des conditions suivantes : ces « difficultés ne sont pas imputables à un déficit auditif ou à d'autres déficiences sensorielles, à un déficit moteur cérébral ou à une autre affection neurologique ou médicale, et elles ne sont pas mieux expliquées par un handicap intellectuel... ou par un retard global du développement. » Aussi, les difficultés doivent se retrouver dans plusieurs contextes et être présentes dès le jeune âge (American Psychiatric Association, 2015). Une autre définition du trouble de langage ayant eu cours en recherche dans les dernières années excluait les enfants dont l'INV est inférieur à -1 écart-type : il s'agit du déficit spécifique du langage (DSL; *Specific language impairment*). Or, il a été observé qu'une large proportion d'enfants correspondant initialement aux critères du DSL présentent aux évaluations subséquentes une INV également déficitaire, leur profil ne correspondant alors plus à un DSL à l'âge scolaire (Botting, 2005; Webster et al., 2004).

Notamment en raison de cette instabilité de l'INV dans le temps, le critère exigeant un niveau minimal d'INV n'a pas été retenu par le consensus international d'experts ayant mené à la définition du TDL (Bishop et al., 2017). Cette définition est dorénavant recommandée par des organisations professionnelles en orthophonie, dont celles du Québec et du Canada (Dysphasie Québec, 2017; Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec, 2017). L'absence de critère concernant l'INV rejoint les critères du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, cinquième édition* (DSM-5 ; American Psychiatric Association, 2015; Breault et al., 2019).

L'intelligence non verbale

L'INV englobe les habiletés de résolution des problèmes ne nécessitant pas le langage (Flanagan et McDonough, 2018; Tikhomirova et al., 2016). Plusieurs tests d'intelligence se basent sur le modèle Cattell–Horn–Carroll (Kaufman et al., 2015; Schneider et McGrew, 2018). Selon ce modèle, l'intelligence se divise en plusieurs composantes étalées sur trois niveaux hiérarchiques (Schneider et McGrew, 2018). Ainsi, l'intelligence générale (facteur *g*, ci-après le *g*) représente les habiletés intellectuelles générales et se sous-divise en domaines plus spécifiques de l'intelligence. Les deux composantes principales du *g* sont l'intelligence fluide (*Gf*) et l'intelligence cristallisée (*Gc*). Dans le modèle Cattell–Horn–Carroll, le *Gf* est défini comme l'habileté à résoudre logiquement de nouveaux problèmes, lorsque le support de connaissances déjà acquises ne peut pas être obtenu. Le *Gc* est l'habileté à récupérer et à exprimer des connaissances culturelles, qu'elles soient procédurales (p. ex., compréhension de l'action de coudre) ou déclaratives (p. ex. faits historiques ; Flanagan et McDonough, 2018). Le *Gc* est donc la composante *verbale* de l'intelligence et le *Gf* est une composante de l'intelligence davantage non verbale (Gallinat et Spaulding, 2014; Schneider et McGrew, 2018). Ainsi, dans le présent projet, l'INV sera utilisée comme reflétant le *Gf*. L'INV englobe également le traitement visuospatial (*Gv*), une autre composante du *g* (Schneider et McGrew, 2018). Le *Gv* est une des

habiletés de traitement perceptuel. Le Gv est défini comme l'habileté à résoudre des problèmes par imagerie mentale. Il implique donc d'intégrer et de synthétiser les détails visuels non verbaux afin de les manipuler mentalement (Schneider et McGrew, 2018). Le Gv fait partie de l'INV, mais prédit moins le fonctionnement scolaire que le Gf (Floyd et al., 2003; Schneider et McGrew, 2018). D'ailleurs, le Gf est fortement corrélé aux mesures du g, c'est-à-dire de l'intelligence générale (Kaufman et al., 2015). Une autre composante importante du g est la VTI qui est définie comme l'habileté à contrôler l'attention rapidement de manière à filtrer, intégrer et utiliser efficacement l'information dans l'exécution de tâches simples (Schneider et McGrew, 2018).

L'importance de l'âge préscolaire dans le développement

L'âge préscolaire est généralement circonscrit de 2 à 5 ans (Conti-Ramsden et Durkin, 2012). Or, selon certains auteurs, dans l'étude du développement intellectuel, l'âge préscolaire peut s'étendre jusqu'à l'âge de 6-7 ans (Berk, 2021; Spanoudis et Demetriou, 2020). L'âge préscolaire constitue une fenêtre importante dans le développement de l'intelligence verbale et de l'INV (Gilkerson et al., 2018; Karmiloff-Smith et al., 2012). Parmi les populations cliniques, cibler les difficultés et intervenir durant l'âge préscolaire peut diminuer les conséquences futures en modifiant la trajectoire développementale de l'enfant (Conti-Ramsden et Durkin, 2012). Ainsi, de nombreux organismes de pédiatrie recommandent l'intervention précoce (Council on Children With Disabilities et al., 2006). Il est possible d'améliorer l'INV à l'aide d'un programme d'intervention précoce ciblé (Bergman Nutley et al., 2011; Guerin et al., 2021). Cette recherche vise à contribuer à la compréhension du développement de l'INV à l'âge préscolaire, notamment afin de mieux identifier et cibler les enfants pouvant bénéficier d'interventions.

Le développement intellectuel dans la population normale

L'INV et l'intelligence verbale s'influencent dans leur développement et sont liées au développement des structures cérébrales (Spanoudis et Demetriou, 2020). Selon la théorie

d'investissement de Cattell (1987), une partie de l'INV, l'intelligence fluide (Gf), est nécessaire pour emmagasiner les connaissances sous l'intelligence verbale (Gc). Puis, le Gc facilite le fonctionnement du Gf.

Dans la population normale, le niveau d'INV croît de manière stable jusque dans la vingtaine. Après avoir atteint ce maximum, le niveau d'INV diminue graduellement. Quant à elle, l'intelligence verbale croît jusqu'à 50-60 ans à mesure que l'individu accumule des connaissances. À la suite de ce pic, l'intelligence verbale décroît (Tucker-Drob, 2009).

Le développement des habiletés non verbales (Gf) se déroule de manière continue et selon quatre grands *cycles* (Spanoudis et Demetriou, 2020). Le terme *cycle* est employé par Spanoudis et Demetriou (2020) pour rendre compte des variabilités intra et interindividuelles dans le rythme du développement. Ainsi, le développement n'est pas linéaire et la trajectoire peut varier selon des facteurs contextuels et individuels. Le 1^{er} cycle est défini de la naissance à 2 ans. Lors de celui-ci, l'enfant emmagasine plusieurs représentations très brutes. Dans le 2^e cycle débutant vers l'âge de 2 ans, l'enfant peut utiliser les symboles et le langage dans la construction de ses représentations mentales. Le raisonnement émerge, mais demeure limité. Les composantes intellectuelles ne sont pas encore bien différenciées (Demetriou et al., 2017). Dans le 3^e cycle débutant vers 6-8 ans, l'enfant commence à déceler des liens logiques entre ses représentations ; il est apte au raisonnement inductif vers l'âge de 7-8 ans (Spanoudis et Demetriou, 2020). L'acquisition du raisonnement inductif et le début de ce 3^e cycle marquent la fin de l'âge préscolaire tel que défini dans cet essai.

Le développement intellectuel de populations atypiques

Une étude rétrospective de Yang et al. (2010) s'est intéressé au développement d'une population clinique séparée en groupes diagnostiques : trouble du spectre de l'autisme (TSA ; $n = 95$), TDL de type mixte ($n = 64$) et handicap intellectuel ($n = 181$). Les enfants avec plusieurs

diagnostics étaient exclus. Tous les enfants étaient référés pour des problèmes cognitifs. Ils étaient suivis de l'âge préscolaire (âge moyen de 48,5 mois) à l'âge scolaire (en moyenne 39,7 mois plus tard). Les habiletés intellectuelles étaient évaluées à deux temps de mesure par les sous-tests jugés appropriés par l'évaluateur. Une forte corrélation liait les scores d'intelligence (g, Gc ou Gf) entre les deux évaluations pour l'ensemble des 362 enfants ($r = 0,73, p < 0,001$). Les auteurs ont ensuite examiné des sous-groupes d'enfants de l'échantillon global selon leur groupe diagnostic. Les enfants atteints d'un TDL étaient ceux qui avaient la plus faible corrélation de leurs scores d'intelligence entre les deux évaluations ($r = 0,42$, comparativement à $r = 0,64$ pour le groupe TSA et $r = 0,67$ pour le groupe atteint d'un handicap intellectuel). Aussi, le groupe TDL est celui qui avait, en moyenne, la plus grande différence de QI dans le temps, et ce, même en contrôlant pour l'âge, le QI initial, l'intervalle de temps entre les mesures et le sexe (Yang et al., 2010). Ces données suggèrent que le TDL est lié à d'importantes variations de QI, davantage que le seraient d'autres troubles neurodéveloppementaux. Cette étude n'a toutefois pas vérifié quelles sont les variations selon les domaines intellectuels verbal ou non verbal.

Henry et collègues (2018) ont exploré l'évolution de l'INV chez des jeunes d'âge préscolaire à risque de TDL. Pour cette étude, des enfants avec un retard de langage réceptif et expressif ont été évalués à 18, 24 et 36 mois à l'aide de la batterie *Mullen Scales of Early Learning*. Une diminution du score de l'échelle non verbale a été observée chez 18% des participants. De plus, 67% des enfants qui rattrapaient leur retard de langage avaient une INV dans la moyenne. Donc, selon cette étude, des profils différents d'évolution de l'INV sont susceptibles d'être identifiés parmi des enfants présentant des difficultés langagières à l'âge préscolaire et une bonne INV à l'âge préscolaire semble favoriser le développement langagier chez les enfants à risque de TDL ou de troubles développementaux (Henry et al., 2018). Ainsi, cette dernière étude indique que de meilleures connaissances concernant les profils d'INV en bas

âge, leur évolution et les facteurs qui y sont associés pourraient favoriser l'identification des enfants avec un meilleur pronostic de développement langagier et d'adaptation future.

Le développement intellectuel en contexte de trouble du langage (DSL ou TDL)

Comparée à celle d'un groupe contrôle, l'INV est généralement plus faible chez les enfants atteints d'un TDL (Cheng et al., 2009). Même dans le contexte du DSL (excluant les enfants ayant une INV sous la moyenne), une méta-analyse a révélé que, chez des enfants d'âge scolaire, l'INV est plus faible de 0,695 écart-type comparativement à un groupe contrôle : ce qui représente une moyenne de 10 points de moins au score d'INV (Gallinat et Spaulding, 2014). Le score d'intelligence verbale est plus faible en contexte de trouble du langage (Nold et al., 2020).

Botting (2005) a caractérisé la variation de l'INV sur quatre temps de mesure chez des enfants atteints d'un DSL ($n = 82$; à 7, 8, 11 et 14 ans). Il a observé une petite augmentation statistiquement significative de trois points de QI au score d'INV entre 7 et 8 ans, suivie d'une importante diminution de 25 points entre 8 et 14 ans. Globalement, l'INV d'enfants ayant un DSL était donc significativement ($p < 0,001$) plus basse à 14 ans, qu'elle ne l'était à 7 ans (Botting, 2005). Toutefois, il est difficile d'isoler l'effet considérant qu'il y a eu un changement d'instrument de mesure à 11 ans. Or, la diminution de 22 points s'est poursuivie entre 11 et 14 ans (-3 points au score d'INV, $p = 0,046$). La forte variation indique que dépendamment de l'âge de l'enfant, l'INV peut augmenter ou diminuer, mais que globalement les enfants avec un TDL connaissent davantage une diminution de l'INV. Cette différence de l'INV dans le temps peut suggérer une interaction entre le score d'INV et l'âge de l'enfant, une hypothèse encore à vérifier.

À notre connaissance, la grande diminution de l'INV observée par Botting (2005) n'a pas été répliquée. Une étude de Conti-Ramsden et al. (2012) a vérifié l'évolution de l'INV chez 242 enfants ayant un historique de DSL. Une croissance stable de l'INV y a été observée à l'âge scolaire, entre 7 et 17 ans. Toutefois, si l'évolution de l'INV était analysée selon différents sous-

groupes, une diminution pouvait être observée dans le groupe d'enfants qui avaient une INV sous la moyenne à l'âge de 7 ans. Les analyses de cette étude ont également relevé que les habiletés langagières pouvaient covarier avec l'INV, mais ce lien n'était significatif que pour les sous-groupes d'individus ayant de plus hauts scores de langage (Conti-Ramsden et al., 2012). Ces études suggèrent que les enfants atteints d'un trouble langagier peuvent présenter différentes trajectoires de développement. D'autres facteurs que le niveau d'habiletés langagières ou non verbales pourraient être associés à cette fluctuation, tels que les niveaux d'intelligence verbale et de VTI, mais n'ont pas encore été explorés dans aucune des études portant sur cette thématique.

En conclusion, les résultats connus à ce jour suggèrent que le TDL est associé à une plus faible INV et à différents profils d'évolution de l'INV. La littérature suggère que l'INV semble varier selon l'âge de l'enfant et selon son niveau initial d'INV. Très peu d'études ont été menées à ce sujet à l'âge préscolaire, ce à quoi la présente étude pourra remédier. Les prochaines sections porteront sur d'autres caractéristiques pouvant être associées au développement de l'INV.

Vitesse de traitement de l'information

Plusieurs habiletés intellectuelles s'interinfluencent dans le développement (Kapa et Plante, 2015; Kuusisto et al., 2017). Parmi celles-ci, la VTI présente un grand intérêt. En effet, une cascade développementale implique d'abord la VTI qui contribue au développement de la mémoire de travail, une composante intellectuelle importante pour le développement de l'INV (Guerin et al., 2021). Parmi des enfants d'âge scolaire au développement typique, aucun lien direct n'a été observé entre la VTI et la variation de l'intelligence entre 7 et 18 ans (Tourva et al., 2016). Or, entre 4 et 7 ans, la VTI, le contrôle attentionnel et la mémoire de travail semblent tous liés au développement de l'INV, la VTI s'étant révélée modératrice de la relation entre la mémoire de travail et l'INV (Demetriou et Spanoudis, 2018). La VTI peut donc s'avérer être un facteur important à considérer dans l'étude du développement de l'INV des jeunes enfants.

Les enfants ayant un TDL traitent l'information plus lentement que des jeunes de leur âge (Ebert, 2021). Puis, Miller et al. (2001) ont constaté une VTI plus atteinte en présence d'une faible INV et d'un trouble de langage. De plus, la VTI est désormais considérée comme une composante centrale de certaines théories explicatives du développement du TDL (Maillart et Schelstraete, 2012). En effet, il est suggéré que le TDL pourrait se développer à la suite de difficultés à traiter rapidement et/ou efficacement les stimuli de l'environnement. Ces déficits généraux de la VTI permettraient également d'expliquer pourquoi le TDL est souvent associé à d'autres troubles, qu'ils soient moteurs ou cognitifs (Maillart et Schelstraete, 2012).

À notre connaissance, notre étude sera la première à examiner si la VTI est associée au développement de l'INV dans un échantillon d'enfants d'âge préscolaire atteints de TDL.

Autres facteurs associés au développement intellectuel et au TDL

Un statut socio-économique élevé, un environnement enrichissant et le niveau de scolarité des parents ont été trouvés comme davantage déterminants du développement de meilleures habiletés intellectuelles que des facteurs de risque biomédicaux tels que la prématurité et la croissance physique de l'enfant (Friedrich, 2017; Liu et al., 2017; Ross et Perlman, 2019). Aussi, selon une étude de Woumans et al. (2016), le bilinguisme améliore l'INV dans le temps, mais la relation entre le bilinguisme et l'intelligence est controversée (Bialystok et Werker, 2017).

Par ailleurs, il importe de considérer que le TDL est souvent associé à d'autres troubles et que la présence de comorbidités est liée à un pronostic plus faible (Elbro et al., 2011). Entre autres, le TDL a un haut taux de comorbidité avec le trouble développemental de la coordination (Hill, 2001). À notre connaissance, les études s'étant intéressées à l'INV chez les enfants ayant un TDL n'ont pas documenté la présence éventuelle de comorbidités parmi leurs participants.

La présente étude intègre donc le niveau de scolarité de la mère, ainsi que les comorbidités psychiatriques et neurodéveloppementales en tant que covariables. L'échantillon

étudié provenant d'une population diversifiée sur le plan culturel, l'exposition à plusieurs langues à la maison et l'immigration de la mère seront aussi considérées.

Considérations à prendre dans l'évaluation de l'intelligence

L'INV peut être évaluée par les échelles d'intelligence de Wechsler pour enfants (WISC) ou pour la période préscolaire et primaire (WPPSI). Plusieurs versions de ces échelles ont été conçues à travers les années pour s'ajuster à l'effet Flynn et à l'évolution des théories de l'intelligence. L'effet Flynn est une augmentation générationnelle de l'intelligence estimée pour les échelles de Wechsler à une différence moyenne de 0,44 point de QI par an depuis la publication du test (Beaujean et Sheng, 2014). Dans une étude comparant la structure des différentes versions des échelles de Wechsler, il a été démontré que les construits évalués demeuraient les mêmes entre la WPPSI-III, la WPPSI-IV, la WISC-IV et la WISC-V (Niileksela et Reynolds, 2019). En effet, le modèle d'intelligence à quatre facteurs pour ces échelles s'est montré très comparable à celui à cinq facteurs (Gf et Gv séparés), puisqu'un facteur d'INV englobe les échelles de raisonnement fluide (Gf) et du traitement visuospatial (Gv). Des analyses étudieront séparément les deux composantes de l'INV : le Gf et le Gv. De plus, puisque certains des sous-tests évaluant le Gv et la VTI (p. ex., positionner des blocs ; Wechsler, 2016) comportent une forte composante motrice, la présence de troubles moteurs sera incluse en tant que variable de contrôle.

Objectifs

La présente recherche vise globalement à répondre aux questions suivantes : est-ce que des profils d'évolution différents caractérisent le développement de l'INV des enfants atteints d'un TDL entre 3 et 7 ans ; quels facteurs sont associés à l'évolution de l'INV à l'âge préscolaire. La présente étude répond aux objectifs suivants, et ce, parmi des enfants diagnostiqués d'un TDL.

Objectif 1. Documenter et quantifier les profils du développement de l'INV.

Objectif 2. Identifier les facteurs sociodémographiques et intellectuels associés à ces profils.

Objectif 3. Identifier à l'âge préscolaire les variables de l'évaluation intellectuelle de l'enfant permettant de prédire le niveau d'INV à la réévaluation.

Hypothèses

Hypothèse 1. Différents types d'évolution de l'INV pourront caractériser le TDL. Des groupes avec une stabilité, une augmentation et une diminution de l'INV seront attendus.

Hypothèse 2. Le groupe caractérisé par une stabilité ou une augmentation de l'INV aura des scores initiaux de compréhension verbale et d'INV plus élevés. Le groupe dont l'INV diminue aura les plus faibles scores de VTI et sera plus âgé que le groupe dont l'INV augmente.

Hypothèse 3. Les niveaux d'INV, de compréhension verbale et de VTI du temps 1 permettront de prédire le niveau d'INV du temps 2. Il y aura une interaction entre l'âge de l'enfant au temps 1 et le niveau d'INV au temps 1 dans la prédiction de l'INV au temps 2.

Méthodologie

Participants

Les participants sont des enfants ayant consulté à la clinique psychiatrique de la petite enfance (CPPE ; clinique en activité de 2000 à 2017) de l'Hôpital Rivière-des-Prairies. Depuis 2015, cet hôpital fait partie du CIUSSS du Nord de l'île de Montréal et est dénommé Hôpital en santé mentale Rivière-des-Prairies. La CPPE avait pour mandat d'évaluer et d'intervenir auprès d'enfants de moins de 6 ans de l'est de l'île de Montréal faisant l'objet d'une demande de consultation en pédopsychiatrie ne concernant pas le TSA. L'accès aux dossiers cliniques de ces enfants a été accordé par l'établissement et son comité d'éthique de la recherche.

Les participants sélectionnés pour cette étude sur dossier devaient avoir au moins deux évaluations à l'aide d'une échelle Wechsler desquelles les scores standardisés ou la catégorie normative des QIs correspondant à l'INV et à la compréhension verbale pouvaient être obtenus.

Pour minimiser l'effet de pratique sur ces tests, il devait y avoir au moins 12 mois entre les évaluations. L'âge minimal à l'administration des échelles de Wechsler utilisées à la CPPE entre 2000 et 2017 circonscrit l'étendue d'âge à la première évaluation entre 3 ans et 7 ans et 3 mois ; la première évaluation devant avoir été effectuée à l'âge préscolaire. Ainsi, un total de 161 enfants ont été identifiés comme ayant deux évaluations à leur dossier. De ceux-ci, 45 ont été exclus pour une de ces raisons : au moins une des passations de l'épreuve intellectuelle était incomplète et les sous-tests administrés ne permettaient pas de calculer de scores globaux aux échelles de QI ($n = 14$) ; un score de compréhension verbale n'était pas disponible ($n = 12$) étant donné l'outil utilisé (par ex. Wechsler non verbal ; Wechsler et Naglieri, 2006) ; l'enfant était plus vieux que 7 ans et 3 mois au temps 1 ($n = 3$) ; moins de 12 mois séparaient les deux évaluations ($n = 6$). Pour 10 participants, aucune donnée concernant les scores de QI n'était disponible et les données brutes étaient inaccessibles, car détruites ($n = 4$) ou originaires d'une organisation externe ($n = 6$). Finalement, 43 enfants avaient un ou plusieurs diagnostics excluant le TDL. Ces derniers et les plus âgés seront inclus dans une seule analyse, celle sur l'effet du changement d'instrument de mesure ($n = 119$). L'échantillon final pour le reste des analyses est 73 enfants ayant un diagnostic de TDL au temps 2. La figure 4 de l'annexe A schématise la formation de ces deux échantillons.

Procédures

Un questionnaire de préinscription était systématiquement envoyé aux parents lors de la demande de services afin de colliger des informations telles que le pays de naissance de l'enfant et des parents, l'état matrimonial et le niveau de scolarité des parents. Ensuite, l'enfant et son/ses parent(s) rencontraient un pédopsychiatre. Le pédopsychiatre émettait ses impressions diagnostiques en fonction du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, quatrième édition* (DSM-IV) ou du DSM-IV-TR alors en vigueur, ainsi que ses recommandations. Ces

recommandations pouvaient inclure une évaluation psychologique. Puis, le pédopsychiatre rencontrait de nouveau l'enfant et sa famille pour un bilan au cours duquel les diagnostics et recommandations étaient confirmés ou révisés.

Les tests intellectuels utilisés lors de l'évaluation psychologique étaient déterminés par le clinicien en fonction des caractéristiques de l'enfant (âge, collaboration, niveau langagier). Toutes les évaluations psychologiques et neuropsychologiques inscrites au dossier médical, leur date et les tests administrés ont été documentés par des assistants de recherche. Les assistants de recherche ont ensuite colligé les percentiles et catégories normatives disponibles, ainsi que les scores standardisés à partir des rapports d'évaluation au dossier de l'enfant ou à partir des dossiers de données brutes psychologiques ayant pu être retrouvés. Les scores de QI non calculés par le clinicien furent calculés en suivant les instructions du test. Certains scores de QI ont pu être calculés au prorata en cas d'omission de sous-tests pour s'adapter aux limites de l'enfant.

Mesures

Diagnostics psychiatriques

Tous les diagnostics émis par le psychiatre ont été codifiés en fonction du DSM-IV-TR, ou de la *Classification Diagnostique des Troubles de la Santé Mentale et du Développement de la Petite Enfance* (DC-0-3R) pour le diagnostic de trouble de la régulation, par deux juges indépendants aveugles. Les diagnostics similaires (p. ex., trouble anxieux ou trouble anxieux non spécifié) ont été regroupés dans une même catégorie. L'accord pour les 24 regroupements possibles est de 87,4% (2209 accords sur 2527 paires). Ces 24 catégories ont été regroupées en huit catégories reflétant l'organisation du DSM-IV-TR. Le critère du TDL a été vérifié selon la présence de ce diagnostic au deuxième bilan psychiatrique. La variable des diagnostics de troubles moteurs (présence ou absence) dépend de leur détection au premier bilan psychiatrique.

Mesures de l'intelligence non verbale

Différentes versions des échelles d'intelligence de Wechsler ont été utilisées à la CPPE : la WPPSI-R (Wechsler, 1989), la WPPSI-III (Wechsler, 2002, 2004b), la WPPSI-IV (Wechsler, 2012b, 2013), la WISC-IV (Wechsler, 2005) et la WISC-V (Wechsler, 2016). Le tableau 11 de l'annexe B présente la composition de chacune des échelles et les composantes du g ciblés. Les échelles mesurant l'INV peuvent être composées de tâches ciblant le Gf, le Gv ou bien la combinaison du Gf et du Gv. Le terme INV peut donc référer au Gf, au Gv ou à leur combinaison dans le présent essai. Bien que toutes ces échelles ne soient pas identiques, elles corréleront fortement entre elles (Wechsler, 2016). Les échelles approximant le mieux l'INV et qui sont les plus comparables d'une version du test à l'autre sont sélectionnées. Il s'agit de l'échelle Performance du WPPSI-R et du WPPSI-III, ainsi que l'échelle de Raisonnement perceptif pour le WISC-IV. L'échelle de raisonnement fluide a été sélectionnée pour le WPPSI-IV (cette échelle est uniquement disponible dans la version pour les 4 à 7 ans) et pour le WISC-V. Pour les moins de quatre ans, l'échelle Visuospatial du WPPSI-IV est utilisée. Les informations sur les propriétés psychométriques, les corrélations entre les tests et les âges concernés par les différentes versions des échelles de Wechsler sont présentées au tableau 10 de l'annexe B. La fréquence d'utilisation de chacune des versions est présentée dans le tableau 1.

Pour le WPPSI-IV et le WISC-V, les sommes divisées par deux des scores standardisés aux échelles Raisonnement fluide et Visuospatial constituent respectivement un score de Gf et un score de Gv. Pour les autres échelles de Wechsler, des scores de Gf et de Gv ont pu être créés en faisant la moyenne d'au moins deux des scores standardisés de tous les sous-tests les composant pour chaque version du test. Toutes ces dernières versions confondues, les sous-tests composant le Gf sont : *Concepts en images* et *Matrices*. Ceux du Gv sont : *Blocs*, *Assemblage d'objets* et *Images à compléter*. Deux ou trois sous-tests du Gv peuvent être présents selon les versions.

Tableau 1*Instruments de mesure utilisés pour les participants TDL (et non-TDL)*

		Type de test 2				Total	
		WPPSI-III (4-7)	WPPSI-IV (4-7)	WPPSI-R	WISC-IV		WISC-V
Type de test 1	WPPSI-III (2-4)	6 (6)			3 (1)	1 (1)	10 (8)
	WPPSI-III (4-7)	10 (7)	1 (1)		39 (17)	2 (3)	52 (28)
	WPPSI-IV (4-7)					2 (1)	2 (1)
	WPPSI-R	2 (0)		3 (2)	3 (1)		8 (3)
	WISC-IV				0 (3)	1 (0)	1 (3)
	Total	18 (13)	1 (1)	3 (2)	45 (22)	6 (5)	73 (43)

Note. TDL = trouble développemental du langage. Les chiffres entre parenthèses représentent la

fréquence chez les participants non-TDL. Les chiffres en **gras** correspondent aux évaluations ayant le même instrument aux deux temps de mesure.

Mesures de la compréhension verbale

Le score de compréhension verbale correspond au QI verbal. La compréhension verbale est mesurée aux échelles de Wechsler par des tâches de connaissances acquises et de raisonnement verbal. Les échelles de QI verbal sont : l'échelle Verbale pour le WPPSI-R et le WPPSI-III (Wechsler, 1989, 2002, 2004b) et l'échelle Compréhension verbale pour le WPPSI-IV, le WISC-IV et le WISC-V (Wechsler, 2005, 2013, 2016).

Mesures de la vitesse de traitement de l'information

La VTI est mesurée par les échelles correspondantes des WPPSI-III et IV (Wechsler, 2002, 2004b, 2012b, 2013) et de la WISC-IV et V (Wechsler, 2000, 2005, 2016). Ces échelles ont des tâches chronométrées demandant de prendre une décision simple (recopier ou repérer).

Traitement statistique

Traitement des données manquantes

Pour minimiser le nombre de données manquantes, lorsqu'applicable, les percentiles inscrits dans le rapport d'évaluation étaient convertis en scores de QI à l'aide des manuels de normes. Lorsque le percentile était associé à différents scores de QI, les scores minimums et

maximums étaient conservés pour être utilisés dans des imputations. Lorsque la catégorie normative était disponible, elle pouvait également être convertie en minimums et maximums de scores de QIs en utilisant ceux de la terminologie de Roussy et collègues (2007). Les proportions des données manquantes sont comptabilisées dans le tableau 12 de l'Annexe C. Les données manquantes des scores des évaluations intellectuelles (dont l'INV, le Gf, le Gv, la compréhension verbale et la VTI aux deux temps de mesure, consulter le tableau 5 pour la liste exhaustive), puis celles d'une variable d'interaction entre l'âge et l'INV au temps 1 ont été imputées. Les données de toutes les évaluations effectuées à la CPPE ont été incluses pour augmenter la puissance des imputations. Les évaluations utilisant un instrument séparant l'INV en deux facteurs (le WPPSI-IV et le WISC-V) n'avaient aucune donnée manquante et n'ont donc pas été considérées dans l'imputation. Pour les participants qui avaient une troisième évaluation, les données de cette autre évaluation étaient également prises en compte. Au total, 327 participants ayant tous eu au moins une évaluation intellectuelle y étaient inclus. Pour une description de l'échantillon de l'imputation, consulter la figure 5 de l'annexe A.

Les variables suivantes ont été utilisées dans l'estimation des scores de l'évaluation intellectuelle : les minimums et les maximums de ces scores ; l'âge de l'enfant aux deux évaluations ; la moyenne des scores standardisés et la moyenne des catégories normatives (converties en scores d'un à sept selon la terminologie précédemment citée) d'au moins deux sous-tests composant l'échelle de QI à imputer ; les scores de l'évaluation au temps 3 ; les diagnostics de trouble moteur ou de trouble de la communication aux bilans 1 et 2 et le diagnostic de handicap intellectuel au bilan 2 ; finalement, pour les deux temps, la différence de points entre l'INV et la compréhension verbale observée dans une même évaluation (écart de QI INV-verbal) telle que rapportée dans le rapport d'évaluation ou calculée. Le modèle d'imputation permettait que tous les scores de QI à imputer puissent être utilisés pour les estimations. La valeur de départ

de l'algorithme a été fixée à 2 000 000. Le nombre maximum d'itérations a été fixé à 500. Les postulats de la normalité multivariée ont été vérifiés avant de lancer l'imputation. Toutes les variables respectaient les critères de voussure et de symétrie de Curran et al. (1996). Seulement un score extrême univarié a été observé sur l'écart de QI INV-verbal au temps 1. Il a été ramené à la limite de 3,29 écarts-types (Field, 2017). Deux scores extrêmes multivariés ont été observés. Le nombre d'imputations a été défini à 40, comme recommandé par Graham et al. (2007) pour limiter l'impact du grand nombre de données manquantes de certaines variables. Tous les scores imputés ont été ramenés dans les intervalles déterminés par leurs minimums et maximums décrits. Les scores au WPPSI-IV et au WISC-V ont finalement été ajoutés.

Préparation des données

Les postulats des analyses prévues ont été vérifiés avec l'échantillon de 73 participants. Les critères de voussure et de symétrie étaient respectés pour toutes les variables. Voir le tableau 13 de l'Annexe C pour la description des scores extrêmes univariés. Ils ont tous été ramenés à la limite de 3,29 écarts-types (Field, 2017).

Vérifications préalables

Comme les instruments pour mesurer l'intelligence ne sont pas les mêmes à travers le temps, les proportions d'enfants dans les différents profils d'évolution de l'INV selon le changement d'instrument de mesure ont été comparées à l'aide d'un Khi-carré. Pour cette analyse, deux types de changement d'instrument de mesure (passage d'une version de WPPSI à une autre ou bien utilisation d'un WPPSI au temps 1 et d'un WISC au temps 2), ainsi que l'absence de changement sont comparés. De plus, une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs a été réalisée afin de vérifier si l'âge au moment de la deuxième évaluation intellectuelle a un effet sur l'évolution de l'INV (Δ INV) tout en considérant le possible changement d'instrument de mesure. Les groupes sont formés selon la présence ou l'absence de changement

d'instrument de mesure et selon l'âge. Les deux groupes d'âge ont été définis selon les âges minimums et maximums évalués par le WPPSI-III et le WISC-IV : 4 ans à 7:3 ans, puis 7:4 ans et plus. Le Δ INV est un score continu créé par la différence entre le score d'INV au temps 2 et celui du temps 1. Ainsi, le score reflète des variations positives, négatives ou bien nulles : plus le score est élevé plus l'INV a augmentée, plus le score est faible plus l'INV a diminuée et, entre les deux, l'INV reste stable. Uniquement les données d'origines ont été considérées dans ces analyses préalables ; les analyses de Khi-carré et d'ANOVA ne peuvent pas prendre en charge les résultats des imputations.

Analyses pour l'objectif 1 : profils d'évolution

Afin de documenter l'évolution de l'INV entre le temps 1 et le temps 2, trois groupes ont été formés : le premier groupe représentant les enfants pour qui leur INV demeure stable dans le temps ; le deuxième groupe représentant les enfants qui connaissent une diminution ; finalement le troisième groupe correspondant aux enfants caractérisés par une augmentation. Les participants ont été assignés à l'un de ces trois groupes selon l'évolution de leur INV entre le temps 1 et le temps 2 relativement à leur description clinique en catégories normatives telles qu'énoncées par Roussy et collègues (2007). Les participants sont considérés *Stables* si leur INV ne change pas de catégorie normative. L'erreur de mesure habituellement reconnue aux tests intellectuels est de cinq points (Roussy et al., 2007). Il doit donc exister un écart de plus de cinq points entre les deux temps pour être décrit comme *Diminuant* ou *Augmentant* ; il se peut que certains enfants changent de catégorie normative et soient tout de même considérés comme étant stables. Si le test utilisé au deuxième temps de mesure est différent de celui utilisé à l'évaluation initiale, un point est ajouté à l'erreur de mesure pour considérer le changement d'instrument ; l'erreur de mesure doit être surpassée et la différence minimale acceptée devient de sept points. Le supplément d'un point à l'erreur de mesure lors d'un changement d'instrument a été estimé à l'aide d'une étude

ayant comparé le WPPSI-III au WISC-IV (Wechsler, 2003). La répartition des scores de QI selon les différentes catégories normatives est illustrée dans la figure 1, puis la répartition des enfants dans les groupes d'évolution de l'INV est dans le tableau 2. Un Khi-carré utilisant les données d'origine a permis de vérifier l'équivalence des groupes en termes de nombre de participants.

Figure 1

Répartition des scores d'intelligence non verbale (INV ; N = 73)

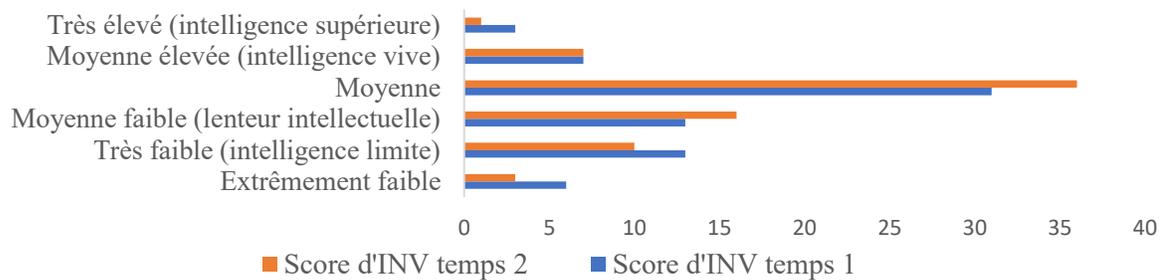


Tableau 2

Groupes d'évolution de l'intelligence non verbale (INV ; N = 73)

	Fréquence (pourcentage)		Moyenne d'INV (du combiné des données imputées)	
			Temps 1	Temps 2
Stables faibles*	2	(2,7)	55,50	68,50
Stables élevés	28	(38,3)	97,61	99,50
Augmentent	21	(28,8)	76,87	95,08
Diminuent	22	(30,1)	97,77	83,41

Notes. *Les Stables faibles demeurent en dessous du 2^e percentile.

Un groupe, les Stables, démontrait deux profils différents : une très petite minorité ($n = 2$) restait dans la catégorie du déficit intellectuel (sous le 2^e percentile), puis les autres ($n = 28$) demeuraient dans une catégorie normative plus élevée. Les deux enfants demeurant stables sous le 2^e percentile ont été exclus des analyses de comparaisons des groupes d'évolution pour l'objectif 2.

Analyses pour l'objectif 2 : comparaison selon les profils d'évolution de l'INV

Pour vérifier les liens entre l'évolution de l'INV et les variables sociodémographiques (pays de naissance et scolarité des parents, multilinguisme, sexe et prématurité de l'enfant) des tests T ont été effectués en comparant la moyenne des groupes sur le Δ INV. Puisque les multiples tests T effectués avec différentes variables sociodémographiques étaient exploratoires, la correction de l'alpha peut être considérée comme non nécessaire (Bender et Lange, 2001). Des corrections de Bonferroni ont été appliquées pour les analyses multiples reliées aux variables de plus de deux groupes (groupe d'évolution de l'INV et scolarité de la mère ; Bender et Lange, 2001). Les valeurs p et les moyennes sont obtenues en combinant les résultats des 40 banques de données de l'imputation selon la méthode de Robins (Hughes et al., 2016). Les résultats des tests T sont basés sur l'hypothèse de variance inégale comme recommandé par Field (2017).

Des ANOVAs ont été réalisées pour vérifier si les scores de QI verbal, d'INV et de VTI initiaux, puis le nombre de comorbidités psychiatriques et neurodéveloppementales, l'âge de l'enfant et l'intervalle de temps entre les évaluations peuvent être liés à l'appartenance au groupe correspondant au profil d'évolution de l'INV. Les données d'origine ont été utilisées pour les analyses d'ANOVAs. Les n sont donc dépendants des données manquantes pour chaque variable. Pour chacune des analyses de variance séparément la multiplicité des tests a été contrôlée par la méthode de Tukey à un seuil de significativité de 5%.

Analyses pour l'objectif 3 : corrélations et régressions

Par la suite, des analyses de corrélations ont permis de vérifier quelles mesures parmi la VTI au temps 1 et les variables sociodémographiques étaient reliées au score d'INV au temps 2 ou au Δ INV. Puisque ces analyses étaient exploratoires, la correction de l'alpha pour des analyses multiples peut être considérée comme non nécessaire (Bender et Lange, 2001).

Les variables corrélant avec le score d'INV au temps 2 ou le Δ INV sont utilisées comme

variables contrôles dans un premier bloc d'une régression hiérarchique. Pour limiter le nombre de variables dans le 1^{er} bloc, des régressions préalables ont été effectuées avec les variables contrôle ainsi ciblées comme variables indépendantes et le score d'INV au temps 2 ou le Δ INV comme variable dépendante. Uniquement les variables de contrôles significatives sont conservées dans les modèles finaux. Pour l'analyse de régression hiérarchique de la prédiction du score d'INV au temps 2, une variable d'interaction entre l'âge et le score d'INV au temps 1 a été créée à partir du produit de ces deux variables centrées à leur moyenne (Enders, 2010). Les scores de QI verbal, de Gf et de Gv sont ajoutés dans le dernier bloc pour en déterminer leur apport unique dans les prédictions. En contexte d'imputations multiples, les analyses ne permettent pas d'obtenir de valeurs de F ou de R^2 combinant toutes les banques de données. Donc, les valeurs minimales, maximales et moyennes obtenues des 40 banques de données de l'imputation seront rapportées.

Les critères de Cohen (1988) sont utilisés pour évaluer les tailles d'effet. Pour une ANOVA, un R^2 de 0,06 équivaut à un « moyen effet », puis un $R^2 \geq 0,14$ équivaut à un « grand effet ». Pour un test t, un d de Cohen de 0,5 équivaut à un « moyen effet », puis un d de Cohen de 0,8 équivaut à un « grand effet ». Pour une corrélation, un petit effet est environ de 0,10, un moyen effet de 0,30 et un grand effet équivaut à un $r \geq 0,50$. Pour une régression, un R^2 de 0,01 équivaut à un « petit effet », un R^2 d'environ 0,09 équivaut à un « moyen effet », puis un $R^2 \geq 0,25$ équivaut à un « grand effet ». Le logiciel utilisé est IBM SPSS 26.

Résultats

Analyses préliminaires

Les enfants ayant un TDL étaient majoritairement de sexe masculin (78% de garçons et 22 % de filles). Les statistiques descriptives et les diagnostics sont dans les tableaux 3 et 4. Les enfants avaient au temps 1 un âge moyen de 5 ans et avaient, en moyenne, 8 ans et 3 mois au temps 2. Les données des évaluations intellectuelles sont dans le tableau 5.

Tableau 3*Caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon*

Caractéristique	<i>n</i>	Fréquence (pourcentages)	
Sexe de l'enfant	73		
Féminin		16	(21,9)
Masculin		57	(78,1)
Multilinguisme à la maison	62		
Oui		32	(51,6)
Non		30	(48,4)
Prématurité (durée de grossesse inférieure à 37 semaines)	63		
Oui		8	(12,7)
Non		55	(87,3)
Scolarité de la mère	68		
Secondaire 5 et moins		28	(41,2)
DEC, DEP ou équivalent		22	(32,4)
Universitaire (1 ^{er} , 2 ^e ou 3 ^e cycle)		18	(26,5)
Lieu de naissance de la mère	69		
Canada		39	(56,9)
Antilles		12	(17,4)
Pays arabes, Maghreb, Moyen-Orient		9	(13,0)
Europe		3	(4,3)
Autre : Amérique du sud ou centrale, Asie du sud-est, etc.		6	(8,7)
État civil des parents	73		
Célibataire/Divorcés/Séparés		19	(26,0)
Mariés/Conjoints de fait		54	(73,9)

Notes. DEC = diplôme d'études collégiales ; DEP = diplôme d'études professionnelles.

Tableau 4*Diagnostics de l'échantillon au deuxième bilan psychiatrique (N = 73)*

	Fréquence (pourcentages)	
Nombre de diagnostics par enfant		
1	2	(2,7)
2	27	(37,0)
3	27	(37,0)
4 ou plus	17	(23,3)
Diagnostics concomitants au TDL		
Troubles moteurs	64	(87,7)
Problèmes relationnels (p. ex., difficultés relationnelles mère-enfant)	29	(39,7)
Troubles disruptifs (p. ex., trouble oppositionnel avec provocation)	25	(34,2)
Troubles de l'humeur (p. ex., anxiété/dépression)	3	(4,1)
Troubles de l'apprentissage (p. ex., trouble de la lecture)	2	(2,7)
Autres diagnostics (p. ex., énurésie, problèmes de santé physique, etc.)	10	(13,7)

Tableau 5*Données provenant des évaluations intellectuelles (N = 73)*

	Moyenne	Minimum	Maximum
Âge à la première évaluation (mois)	59,67	38	82
Âge à la deuxième évaluation (mois)	99,22	54	197
Intervalle de temps entre les évaluations (mois)	38,70	12	153
Score d'intelligence non verbale (INV) - temps 1 ⁱ	90,54	50	127
Score d'intelligence fluide (Gf) – temps 1 ⁱ	8,76	1	17
Score de traitement visuospatial (Gv) – temps 1 ⁱ	8,32	1	16
QI verbal/score d'intelligence verbale (Gc) - temps 1 ⁱ	76,26	48	116
Échelle globale de QI (score de g) – temps 1 ⁱ	80,37	50	119
Écart de QI INV-verbal - temps 1 ^c	14,56	-20	42
Score d'INV– temps 2 ⁱ	92,53	62	120
Score de Gf – temps 2 ⁱ	8,98	1	19
Score de Gv – temps 2 ⁱ	8,12	3	13,50
QI verbal -temps 2 ⁱ	81,21	54	118
Score de g – temps 2 ⁱ	82,77	48	111
Écart de QI INV-verbal - temps 2 ^c	10,91	-21	41
Vitesse de traitement de l'information – temps 1 ⁱ	85,27	40	145
Vitesse de traitement de l'information – temps 2 ⁱ	87,23	40	141
Mémoire de travail – temps 2 ⁱ	83,48	40	145
Différence de score d'INV entre les évaluations ^c	1,99	-32	35
Différence de Gf entre les évaluations ^c	0,22	-8	12
Différence de Gv entre les évaluations ^c	-0,20	-10	9,11

Note. ⁱ Variables incluses dans l'imputation, ^c calculées variables à partir des données imputées.

Variables sociodémographique

Le multilinguisme à la maison est associé à une augmentation moyenne d'INV entre les deux évaluations de 7,75 points de QI, tandis que parler qu'une seule langue est associé à un Δ INV moyen de -3.31 points de QI. Ainsi, le multilinguisme est associé à un Δ INV moyen plus élevé, $t(461391) = -3,11, p = 0,002, d_{\text{MIN}} = -0,75, d_{\text{MAX}} = -0,83$. Ce résultat significatif est associé à une grande taille d'effet. Avoir une mère immigrante (Δ INV moyen = 6,77) est lié à une plus grande augmentation de l'INV, comparé à avoir une mère native du Canada (Δ INV moyen = -1,68) ; $t(396699) = -2,38, p = 0,017, d_{\text{MIN}} = -0,55, d_{\text{MAX}} = -0,64$. De même, pour les enfants de sexe féminin, l'INV augmente significativement plus entre les évaluations (Δ INV moyen = 9,15), comparés à ceux de sexe masculin (Δ INV moyen = -0,017) ; $t(980131) = -2,79, p = 0,005, d_{\text{MIN}} =$

0,58, $d_{MAX} = 0,70$. Les tailles d'effet de ces deux derniers résultats sont moyennes. L'état civil des parents, la scolarisation de la mère et la prématurité de l'enfant n'ont pas été associés à des différences significatives au niveau des moyennes de ΔINV . Les n de ces analyses sont dépendants des données manquantes et sont les mêmes que ceux dans le tableau 3.

Analyse du changement d'instruments de mesure.

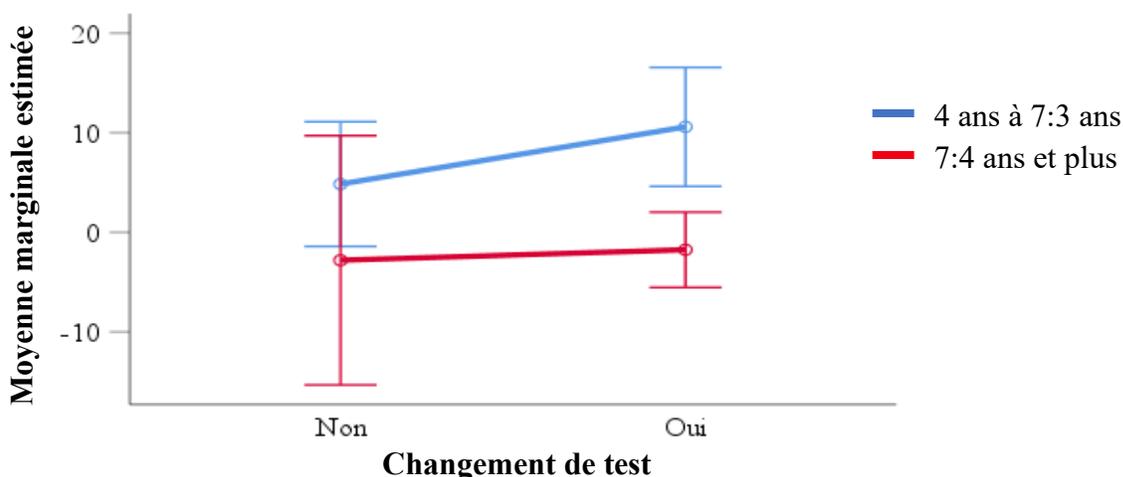
La majorité des enfants (93 des 116, en considérant les enfants atteints d'autres diagnostics) passent d'une version de WPPSI à une autre ou bien sont évalués à l'aide d'un WPPSI au temps 1 et à l'aide d'un WISC au temps 2. L'effet du changement de l'instrument de mesure entre les évaluations a été exploré, puis le changement d'instrument s'est montré significativement lié à une différence dans les proportions associées à chacun des profils d'évolution de l'INV, $\chi^2 = 8,47, p = 0,015$. La proportion des enfants qui changent d'une version de test à une autre ou qui passent d'un WPPSI à un WISC est beaucoup plus élevée parmi les enfants qui évoluent vers une diminution de l'INV (88%, contre une proportion de 66% pour ceux qui augmentent de catégorie normative et de 55% pour ceux qui restent stables). De manière qualitative, nous observons que parmi les 12 enfants qui passent de la version du WPPSI-III pour les tout-petits à celle pour les plus grands, aucun n'est dans le groupe de diminution de l'INV, huit ont une augmentation de l'INV et quatre ont une INV stable. L'âge développemental peut donc être à considérer.

L'effet de l'interaction entre le changement d'instruments de mesure et l'âge au temps 2 sur l'évolution de l'INV a été exploré à l'aide d'une ANOVA à deux facteurs. Les résultats sont obtenus à partir des données d'origine et l'échantillon combinant tous les diagnostics est réduit considérant les données manquantes ($n = 102$). Puisque le critère d'exclusion des participants selon l'âge au temps 1 limite le nombre d'enfants âgés de plus de 7:3 ans au temps 2 ne changeant pas de test, tous les individus éliminés à cause de ce critère ($n = 3$) ont été inclus dans cette analyse. Les résultats de cette ANOVA sont présentés à la figure 2. Il n'y avait que l'âge à

l'évaluation 2 qui avait un lien significatif avec la différence de scores d'INV entre les deux évaluations (ΔINV), $F(1,98) = 6,40$, $p = 0,013$, $R^2_{\text{Partiel}} = 0,061$. Les enfants âgés entre 4 et 7:3 ans au temps 2 avaient en moyenne une variation de l'INV significativement plus grande (+7,86 points de QI) que les enfants de 7:4 ans et plus (-1,83 point de QI). Ainsi, les enfants dont le temps 2 est à l'âge préscolaire ont une plus grande augmentation de leur score d'INV. Le changement de test et son interaction avec le groupe d'âge sont non significatifs.

Figure 2

Analyse de variance à deux facteurs : l'effet de l'âge développemental et du changement de test sur la différence de score d'intelligence non verbale entre les évaluations (n = 102)



Notes. Les barres d'erreur sont les intervalles de confiance à 95%. Le graphique et les résultats proviennent des données d'origine (sans imputation).

Analyses principales

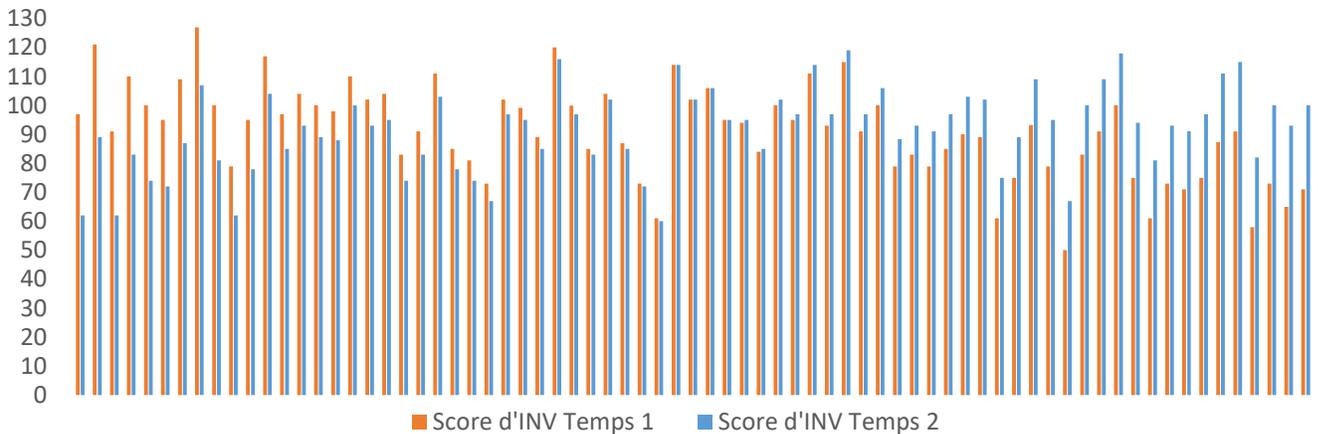
Analyse des profils d'évolution de l'INV

Un nombre équivalent d'enfants se retrouvent dans chacun des trois profils d'évolution de l'INV : 30 enfants ont une INV stable, 21 ont une INV qui augmente et 22 voient leur INV diminuer ($\chi^2 = 2,00$, $p = 0,37$). La différence du score d'INV entre les évaluations peut aller

d'une diminution de 32 points de QI à une augmentation de 35 points de QI. Ainsi, de très grandes variabilités intra-individuelles sont observées, comme illustré dans la figure 3.

Figure 3

Évolution du score d'intelligence non verbale (INV) sur deux temps de mesure (N = 73)



Notes. Scores obtenus à partir des moyennes des 40 imputations.

Différences entre les groupes selon l'évolution de l'INV

Des ANOVAs ont été réalisées afin d'observer s'il existe des différences de moyennes entre les groupes d'évolution de l'INV sur les variables suivantes : le QI verbal, l'INV, la VTI, l'écart de QI INV-verbal, l'âge et le nombre de diagnostics au temps 1, puis l'intervalle de temps entre les évaluations. Le QI verbal, l'INV et l'âge de l'enfant aux deux évaluations distinguent significativement un groupe d'un ou des deux autres ($p < 0,05$). Les tailles d'effet associées aux résultats significatifs sont de moyennes à grandes. Les résultats sont présentés dans le tableau 6.

Ceux dont l'INV augmente ont un score de QI verbal et d'INV significativement plus faibles au temps 1, comparativement à ceux dont l'INV diminue ($p < 0,05$) ou reste stable ($p < 0,01$). L'âge au temps 1 est la seule variable permettant de distinguer significativement ceux dont l'INV diminue des deux autres groupes ($p < 0,01$) : ceux dont l'INV diminue sont en moyenne plus âgés. Au temps 2, il y a une tendance non significative ($p = 0,051$) dans la différence de

moyenne d'âge entre les groupes de diminution et de stabilité de l'INV avec une taille d'effet de moyenne à grande. L'âge aux deux évaluations permet de distinguer le profil d'augmentation de celui de diminution ($p < 0,05$). Ceux dont l'INV augmente sont plus jeunes aux deux évaluations.

Tableau 6

Analyses de variance unilatérale des groupes d'évolution de l'intelligence non verbale

	n	Moyenne des groupes d'évolution			F(2,68)	R ²
		Stables	Augmentent	Diminuent		
QI verbal - temps 1	62	80,52 ⁺	66,47 ⁻	80 ⁺	7,12 ^{**}	0,19
Score d'INV - temps 1	65	96,80 ⁺	75,63 ⁻	97,19 ⁺	22,99 ^{***}	0,43
Écart de QI INV-verbal – temps 1	64	16,42	10,14	19,05	2,20	0,07
Vitesse de traitement de l'information - temps 1	33	90,46	75,25	86,69	1,54	0,01
Âge (mois)- temps 1	71	58,18 ⁻	55,05 ⁻	66,95 ⁺⁺	7,28 ^{**}	0,18
Âge (mois) - temps 2	71	95,68	89,90 ⁻	112,77 ⁺	4,26 [*]	0,11
Nombre de mois entre les évaluations	71	37,10	33,51	43,00	0,95	0,03
Nombre de diagnostics - temps 1	69	2,54	2,65	2,81	0,56	0,02

Notes. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$; + ou - signifient que la moyenne est significativement plus élevée ou moins élevée ($p < 0,05$). Le symbole est doublé lorsqu'il l'est comparativement aux deux autres groupes. Ces résultats proviennent des données d'origine.

Analyses des variables corrélant avec l'INV au temps 2 et le ΔINV

Pour déterminer quelles variables contrôler dans les analyses de régressions, les corrélations entre les variables intellectuelles au temps 1 (scores de QI verbal, d'INV, de Gf, de Gv, de VTI et de l'écart de QI INV-verbal), les variables sociodémographiques (p. ex., l'âge, le sexe et le nombre de diagnostics de l'enfant, la présence de troubles moteurs, le multilinguisme, la scolarisation et le pays de naissance de la mère) et les scores décrivant l'INV au temps 2 (scores d'INV, de Gf, de Gv) ou son évolution (ΔINV) ont été vérifiées.

Comme détaillé dans le tableau 7, plusieurs variables corrélaient avec l'INV au temps 2. Deux variables y corrélaient fortement : le score d'INV et le Gv à la première évaluation. Puis, les variables suivantes ont une corrélation moyenne avec le score d'INV au temps 2 : le Gc, le Gf,

l'écart de QI INV-verbal et la VTI au temps 1, ainsi qu'un historique de trouble moteur.

Les variables suivantes, corrélant avec le Δ INV, seront incluses dans une analyse de régression distincte : l'âge de l'enfant, les scores de QI verbal, de Gv et de l'écart de QI INV-verbal au temps 1, le multilinguisme, le pays de naissance de la mère et le sexe de l'enfant y corréleront moyennement, puis les scores d'INV et de Gf au temps 1 y corréleront fortement.

Régressions hiérarchiques

Des régressions préalables ont permis de circonscrire le nombre de variables contrôles à celles qui étaient significatives (deux sur trois pour le score d'INV au temps 2) : l'écart de QI INV-verbal ($p = 0,047$) et la VTI au temps 1 ($p = 0,004$), l'historique de trouble moteur n'étant pas significative. Deux des quatre variables contrôles analysées pour la prédiction de Δ INV ont été conservées : le sexe de l'enfant ($p = 0,030$) et l'âge au temps 1 ($p = 0,003$), le multilinguisme et la variable dichotomique de l'immigration de la mère n'étant pas significatifs. Ensuite, deux régressions hiérarchiques ont été effectuées pour tenter de prédire le score d'INV au temps 2 et le Δ INV. Les variables leur étant liées significativement ont été entrées en différents blocs de manière à évaluer l'apport prédictif des scores verbal et non verbal au temps 1.

La première régression hiérarchique vise à prédire le score d'INV au temps 2. Les résultats sont dans le tableau 8. Le premier bloc prédit significativement une grande partie de la variance du score d'INV au temps 2 ($F_{\text{MIN}}(4, 68) = 6,60$ et $F_{\text{MAX}}(4, 68) = 11,68$, $F_{\text{Moyen}}(4, 68) = 9,11$; $p < 0,001$; $\Delta R^2_{\text{Moyen}} = 0,35$). L'ajout de la variable d'interaction entre l'âge et l'INV au temps 1 dans le bloc 2 ($\Delta F_{\text{Moyen}}(1, 67) = 0,62$, $p = 0,52$) et l'ajout des scores de QI verbal, de Gv et de Gf au temps 1 dans le bloc 3 n'améliorent pas significativement la variance expliquée ($\Delta F_{\text{Moyen}}(3, 64) = 1,99$, $p = 0,26$). Le modèle final reste significatif ($F_{\text{MIN}}(8, 64) = 3,98$, $F_{\text{MAX}}(8, 64) = 8,19$ et $F_{\text{Moyen}}(8, 64) = 5,56$, $p < 0,001$, $R^2_{\text{Moyen}} = 0,41$). L'âge au temps 1 prédit significativement le score d'INV au temps 2 ($p = 0,04$). Plus l'enfant est jeune au temps 1, plus l'INV au temps 2 est élevée.

Tableau 7

Corrélations entre les variables sociodémographiques et les scores de QI

	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Âge – 1	73															
2. Âge – 2	73	0,44**														
3. score d'INV – 1	73	0,29*	0,17													
4. QI verbal - 1	73	-	-	0,54**												
5. Gf – 1	73	0,15	-	0,83**	0,52**											
6. Gv – 1	73	0,24*	-0,16	0,83**	0,44**	0,67**										
7. score d'INV – 2	73	-	-0,17	0,52**	0,28*	0,42**	0,57**									
8. Gf – 2	73	-	-	0,41**	0,26*	0,35**	0,40**	0,79**								
9. Gv – 2	73	-0,20	-0,16	0,15	-	-	0,30*	0,42**	0,20							
10. ΔINV	73	-0,34**	-0,35**	-0,60**	-0,32**	-0,51**	-0,36**	0,38**	0,30*	0,23						
11. ΔGf	73	-	-	-0,36**	-0,23	-0,56**	-0,23	0,33*	0,58**	-	0,71**					
12. ΔGv	73	-0,38**	-0,27*	-0,63**	-0,33*	-0,50**	-0,66**	-0,18	-0,20	0,52**	0,51**	0,26				
13. Écart de QI INV-verbal 1	73	0,40**	0,21	0,59**	-0,35**	0,44**	0,51**	0,31**	0,21	-	-0,35**	-0,20	-0,37**			
14. MT – 2	73	-	-0,18	0,26	0,27*	0,27	0,27	0,41**	0,35*	0,17	-	-	-	-		
15. VTI – 1	73	0,23	-	0,64**	0,48**	0,46**	0,64**	0,45**	0,37**	-	-0,27†	-	-0,49**	0,24	0,19	
16. Exposition à d'autres langues	62	-0,15	-0,21	-0,40**	-0,41**	-0,39**	-0,27*	-0,15	-0,16	-	0,32**	0,22	0,22	-	-0,17	-0,27
17. État civil	73	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18. Degré de scolarité – mère	68	-0,27*	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,22	-	-
19. Pays de naissance - mère	69	-	-	-0,34**	-0,40**	-0,32*	-0,22	-	-	-	0,35**	0,18	-	-	-	-0,22
20. Sexe	73	-	-	-	-	-	-	-0,16	-0,28*	-	-0,26*	-0,31*	-	-	-	-
21. Nombre de diagnostics - 1	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22. Historique de troubles moteurs	73	-	-	-0,21	-	0,21	-0,30*	-0,30*	0,21	-0,23	-	-	-	-	-0,21	-0,34*

Notes. Les corrélations non significatives de moins de 0,15 sont considérées nulles et sont indiquées d'une barre. Le tableau est tronqué pour ne présenter que les corrélations impliquant des scores de QI ; † $p < 0,06$; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$; INV = intelligence non verbale ; MT = Mémoire de travail ; VTI = Vitesse de traitement de l'information ; le pays de naissance est dichotomisé entre Canada ou autre pays.

Tableau 8*Modèle de régression hiérarchique du score d'intelligence non verbale (INV) au temps 2*

Modèle	B	ES	$\beta_{\text{MIN}}^{\circ}$	$\beta_{\text{MAX}}^{\circ}$	R^2	ΔR^2
Bloc 1					MOY =	MOY =
Constante	72,43	12,24			0,35	0,35***
Écart de QI INV-verbal - temps 1	0,13	0,13	0,06	0,24		
Vitesse de traitement de l'information - temps 1	0,21	0,13	0,01	0,45		(MIN = 0,28
Score d'INV au temps 1 centré à la moyenne	0,29	0,15	0,17	0,51		et MAX =
Âge au temps 1 centré à la moyenne	-0,29*	0,13	-0,30	-0,21		0,41)
Bloc 2					MOY =	MOY = 0,01
Constante	73,74	12,77			0,35	
Écart de QI INV-verbal temps 1	0,12	0,13	0,03	0,23		(MIN = 0 et
Vitesse de traitement de l'information - temps 1	0,20	0,14	-0,01	0,43		MAX = 0,02
Score d'INV au temps 1 centré à la moyenne	0,30†	0,16	0,18	0,56		
Âge temps 1 centré à la moyenne	-0,28*	0,13	-0,29	-0,21		
Variable d'interaction	-0,004	0,007	-0,15	0,07		
Bloc 3					MOY =	MOY = 0,05
Constante	65,66	82,89			0,41	
Écart de QI INV-verbal - temps 1	0,08	0,89	-0,65	0,94		(MIN = 0 et
Vitesse de traitement de l'information - temps 1	0,13	0,15	-0,14	0,35		MAX = 0,11)
Score d'INV au temps 1 centré à la moyenne	0,11	0,91	-0,85	0,88	0,33 et	
Âge au temps 1 centré à la moyenne	-0,27*	0,13	-0,28	-0,18	MAX =	
Variable d'interaction	-0,004	0,007	-0,15	0,11	0,51)	
Gv – temps 1	2,14	1,25	0,10	0,62		
Gf – temps 1	-0,16	1,21	-0,44	0,23		
QI verbal – temps 1	-0,02	0,91	-0,72	0,80		

Notes. $n = 73$; * $p < 0,05$, *** $p < 0,001$; ° ces données sont la moyenne (MOY), le minimum (MIN)

ou le maximum (MAX) des résultats des banques de données des imputations multiples, sinon, les données proviennent du combiné des imputations multiples ; ES = erreur standard du coefficient non standardisé (B) ; la variable d'interaction est le produit des variables centrées.

La deuxième régression hiérarchique vise à prédire le ΔINV . Le tableau 9 présente les résultats. Le premier bloc avec les variables contrôles prédit significativement le ΔINV ($F_{\text{MIN}}(2, 70) = 6,76$, $F_{\text{MAX}}(2, 70) = 7,86$ et $F_{\text{Moyen}}(6,56) = 7,39$, $p < 0,01$, $R^2_{\text{Moyen}} = 0,17$). L'ajout des scores de QI verbal, de Gf, de Gv et de l'écart de QI INV-verbal au temps 1 dans le bloc 2 a permis d'ajouter significativement une grande quantité de variance ($\Delta F_{\text{Moyen}}(4, 66) = 9,86$, $p <$

0,001, $\Delta R^2_{\text{Moyen}} = 0,31$). Le modèle complet permet donc, selon la moyenne de l'ensemble des scores des imputations multiples, d'expliquer 48% de la variance du ΔINV ($F_{\text{MIN}}(6, 66) = 8,60$, $F_{\text{MAX}}(6, 66) = 13,16$ et $F_{\text{Moyen}}(6, 66) = 10,29$, $p < 0,001$, $R^2_{\text{Moyen}} = 0,48$). Cinq variables prédisent significativement le ΔINV dans le modèle final : l'âge ($p = 0,041$), l'écart de QI INV-verbal ($p = 0,005$), les scores de QI verbal ($p = 0,002$) et de Gv ($p = 0,048$) au temps 1, puis le sexe de l'enfant ($p = 0,047$). Toutes ces variables, excepté le Gv, sont négativement liées au ΔINV . Donc, les enfants sont plus susceptibles de démontrer une grande augmentation de leur INV entre les deux évaluations s'ils sont de sexe féminin, si, au temps 1, ils sont plus jeunes, ont un QI verbal plus faible, un score de traitement visuospatial plus grand et un plus petit écart de QI INV-verbal. Le Gf n'est pas associé à la variation de l'INV entre les deux évaluations ($p = 0,723$).

Tableau 9

Modèle de régression hiérarchique de la variation de l'intelligence non verbale (ΔINV)

Modèle	B	ES	$\beta_{\text{MIN}}^{\circ}$	$\beta_{\text{MAX}}^{\circ}$	R^2°	ΔR^2°
Bloc 1					MOY =	MOY = 0,17**
Constante	41,85	10,52			0,17	
Âge au temps 1	-0,41**	0,14	-0,34	-0,32		(MIN = 0,16 et
Sexe de l'enfant	-8,58*	3,85	-0,26	-0,22		MAX = 0,18)
Bloc 2					MOY =	MOY = 0,31***
Constante	82,58	13,18			0,48	
Âge au temps 1	-0,26*	0,13	-0,26	-0,17		(MIN = 0,26 et
Écart de QI INV-verbal - temps 1	-0,68**	0,24	-0,88	-0,35	(MIN =	MAX = 0,37)
Sexe de l'enfant	-6,45*	3,25	-0,22	-0,12	0,44 et	
QI verbal - temps 1	-0,77**	0,25	-0,91	-0,48	MAX =	
Gf - temps 1	-0,40	1,12	-0,40	0,11	0,55)	
Gv - temps 1	2,22*	1,12	0,14	0,62		

Notes. N = 73 ; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$; $^{\circ}$ ces données sont la moyenne (MOY), le

minimum (MIN) ou le maximum (MAX) des résultats des banques de données des imputations multiples, autrement, les données proviennent du combiné des imputations multiples. ES = erreur standard du coefficient non standardisé (B) ; score moins élevé au sexe de l'enfant = féminin.

Discussion

La présente étude s'est intéressée à mieux comprendre le développement de l'INV durant l'âge préscolaire auprès de 73 enfants diagnostiqués d'un TDL et ayant consulté en clinique de pédopsychiatrie. Nous avons vérifié les variations de l'INV entre une évaluation initiale à l'âge d'environ cinq ans et une réévaluation lorsqu'ils étaient âgés en moyenne de 8:3 ans. Ceci a permis de révéler la très grande variabilité des profils d'évolution de l'INV de ces enfants. Comme suggéré par notre hypothèse, trois groupes d'évolution de l'INV ont pu être observés : augmentation, stabilité ou diminution. L'appartenance à l'un de ces trois groupes était tout aussi probable parmi les enfants atteints d'un TDL. Ainsi, notre étude est la première à vérifier si l'atypie au niveau du développement de l'INV observée à l'âge scolaire en contexte de TDL peut l'être dès l'âge préscolaire dans un échantillon d'enfants référés en clinique psychiatrique.

Ensuite, notre étude a identifié les variables permettant de distinguer le développement de l'INV selon l'appartenance à l'un des trois groupes d'évolution (augmentation, stabilité ou diminution) ou selon l'ampleur du Δ INV : les scores de QI verbal et d'INV au temps 1, l'âge aux temps 1 et 2, puis le sexe de l'enfant, l'immigration de la mère et le multilinguisme à la maison. Contrairement à l'hypothèse posée, la VTI ne permet pas de différencier significativement les groupes d'évolution de l'INV. Également contraire à l'hypothèse proposée, les enfants du groupe dont l'INV augmente ont des scores de QI verbal et d'INV initiaux plus faibles que les groupes dont l'INV reste stable ou diminue, puis le groupe de stabilité de l'INV ne se distingue pas du groupe de diminution sur ces scores. Le groupe dont l'INV diminue se distingue des deux autres groupes par un âge significativement plus élevé au temps 1, ce qui concorde avec la dernière partie de notre seconde hypothèse.

Ensuite, nous avons analysé les corrélations entre les variables sociodémographiques et les variables cognitives des deux évaluations. Il s'avère qu'avoir eu un diagnostic de trouble moteur

est lié à de plus faibles scores de traitement visuospatial (Gv) au temps 1 et d'INV au temps 2.

Finalement, nous avons observé quelles variables permettent de prédire l'INV au temps 2 et le Δ INV. L'âge au temps 1 est la seule variable qui permet de significativement prédire le score d'INV au temps 2. Puis, contrairement à la dernière partie de l'hypothèse posée, la présente recherche permet de statuer que l'âge au temps 1 ne modère pas significativement le lien entre les scores d'INV au temps 1 et au temps 2. Le Δ INV est prédit par l'écart de QI INV-verbal, les scores de QI verbal et de traitement visuospatial et l'âge au temps 1, puis le sexe de l'enfant.

L'évolution de l'intelligence non verbale en contexte de TDL

Les enfants d'une clinique psychiatrique de notre échantillon ayant fait l'objet de réévaluations intellectuelles sont caractérisés par une grande variation des profils d'évolution de l'INV. En effet, la variation de l'INV entre les deux temps de mesure pouvait aller d'une diminution de -32 points à une augmentation de 35 points. Ceci est la première étude à vérifier ces profils d'évolution d'enfants atteints de TDL entre la période préscolaire et scolaire. Ces enfants TDL réévalués se distribuent également entre trois groupes : soit leur INV initial était très faible et augmente, soit leur INV demeure stable au niveau de la moyenne attendue, soit il diminue. Ainsi, les individus faisant partie du groupe dont l'INV augmente ont tendance à se normaliser entre les évaluations, comme s'ils rattrapaient un retard, passant d'une moyenne au niveau de l'intelligence limite à la moyenne attendue. La présente étude a permis de faire ressortir que ces enfants étaient en moyenne plus jeunes et avaient des scores d'INV et de QI verbal moins élevés au temps 1. L'augmentation de l'INV (Δ INV, en moyenne plus élevé) est plutôt associée au sexe féminin, aux milieux de vie multilingues et aux enfants de mère née à l'extérieur du Canada. Les enfants dans le groupe de diminution ont un score d'INV moyen dans la norme au temps 1 et diminuent d'une à trois catégories normatives selon les individus à la

réévaluation. Ils sont en moyenne plus âgés. Ainsi, comme les résultats obtenus par Botting (2005), la diminution de l'INV semble davantage se produire à un âge plus avancé.

Le rôle du Gf et du Gv dans le développement de l'INV

Le score d'INV lorsque l'enfant avait en moyenne 8:3 ans ou bien le Δ INV ne sont pas prédits par les mêmes variables. Le score de traitement visuospatial (Gv) au temps 1 prédit le Δ INV significativement, mais n'est pas un prédicteur significatif de l'INV au temps 2. Le Gf ne prédit pas significativement le Δ INV et l'INV au temps 2. Ainsi, alors que dans la population générale le Gf permet le mieux de prédire l'INV (Niileksela et Reynolds, 2019), le Gf n'améliore pas la prédiction du score d'INV au temps 2 dans notre population d'enfants d'âge préscolaire atteints d'un TDL. Cette association plus importante entre le Gv et l'INV pourrait être expliquée par une étude récente qui a trouvé que les composantes non verbales (Gf, Gv, mémoire de travail et VTI) se montrent davantage dépendantes les unes aux autres dans une population d'enfant ayant un TDL comparativement aux enfants ayant un développement normal (Plym et al., 2021).

La plus grande association entre le Gv et l'INV peut être liée au fait que les habiletés de traitement visuospatial (Gv) sont plus faibles chez les enfants d'âge préscolaire atteints de TDL comparativement aux enfants avec un développement normal (Plym et al., 2021). La composante motrice est plus souvent atteinte chez les individus ayant un diagnostic de TDL. Puis, les tâches évaluant le Gv (constructions avec des *Blocs*, *Assemblage d'objets* et *Images à compléter*) peuvent avoir une composante visuomotrice et sont chronométrées ; elles sont donc aussi affectées par la plus faible VTI ayant été associée au TDL (Miller et al., 2001; Plym et al., 2021). D'ailleurs, la présente étude a permis d'observer que le score de Gv au temps 1 (et non le Gf) est lié négativement aux diagnostics de trouble moteur au temps 1, tout comme le score d'INV au temps 2, ce qui appuie l'idée que le Gv est influencé par la composante motrice de l'enfant. Avoir un historique de trouble moteur est lié à de plus faibles scores de Gv au temps 1 et d'INV au

temps 2. Il se pourrait que la plus grande relation entre les scores de Gv au temps 1 et d'INV au temps 2 chez les enfants atteints de TDL soit influencée par la présence d'un trouble moteur, cette hypothèse mériterait d'être examinée dans une étude future. En fait, tel que suggéré par Plym et al. (2021), des difficultés dans les habiletés visuomotrices et des difficultés de VTI pourraient sous-tendre les déficits de Gv et d'INV observés dans cette population. Ainsi, des retards dans le développement moteur pourraient simuler des retards d'INV qui perdurent aussi longtemps que l'enfant rencontre des difficultés motrices. Il y aurait alors un grand risque que leur potentiel intellectuel réel soit masqué par leurs difficultés motrices. Ces résultats soulèvent un questionnement concernant la pertinence d'évaluations intellectuelles en contexte de TDL et de difficultés motrices. Ils soutiennent également la pertinence de ne plus considérer le potentiel intellectuel non verbal des enfants lors de l'émission du diagnostic de TDL, comme recommandé par le regroupement international d'experts Catalise (Bishop et al. 2017).

Par ailleurs, le Gf au temps 1 est plus fortement corrélé au Δ INV que le Gv. Or, dans la prédiction du Δ INV, c'est uniquement le Gv au temps 1 qui s'est montré significatif. Une autre explication peut entrer en jeu ici : il se peut que les outils utilisés à l'âge préscolaire mesurent mieux le Gv qu'ils ne mesurent le Gf. En effet, il y a une composante langagière davantage présente dans les sous-tests évaluant le Gf que ceux évaluant le Gv (McCloskey et al., 2017). Comme décrit par Demetriou et Spanoudis (2018), plusieurs composantes cognitives et intellectuelles peuvent s'interinfluencer dans le développement et ces liens demeurent à être explorés dans le cadre de la grande variabilité observée avec un diagnostic de TDL. Notons qu'il est aussi possible que des erreurs de mesure et les données manquantes élevées pré-imputation pour le Gf au temps 1 contribuent à sa non-significativité dans le modèle de régression hiérarchique.

Liens entre la compréhension verbale et l'INV

Un score plus élevé du QI verbal au temps 1 prédit une moins grande variation (ou une diminution) du score d'INV entre les deux temps de mesure. De plus, lorsque les trois profils d'évolution de l'INV sont comparés, un plus faible QI verbal est associé à une augmentation de l'INV, tandis qu'un QI verbal plus élevé au temps 1 ne permet pas de distinguer ceux dont le l'INV diminue de ceux dont le l'INV reste stable. Donc, il se peut que les différences de score d'INV entre les évaluations, particulièrement lorsque l'INV augmente, proviennent de difficultés à évaluer le potentiel intellectuel réel de jeunes enfants ayant un QI verbal plus faible, ce qui pourrait aussi indiquer qu'ils ont un TDL plus sévère. En effet, les tests utilisés pour mesurer l'INV exigent que l'enfant soit capable de comprendre les consignes données oralement (Flanagan et Alfonso, 2017). À noter qu'un plus faible QI verbal au temps 1 est modérément corrélé aux faits d'être exposé à plusieurs langues à la maison et d'avoir une mère née hors Canada. Ainsi, une augmentation de la performance de l'enfant aux sous-tests d'INV pourrait survenir lors d'une meilleure compréhension des consignes et des exemples au temps 2, ceci tant en raison de facteurs culturels que langagiers. La présente étude ne permet pas de distinguer entre ces facteurs interreliés, mais il semble pertinent que des études portant sur l'évolution des profils intellectuels des jeunes enfants intègrent ces variables pour en améliorer la compréhension. Il serait intéressant de vérifier si intervenir sur le langage a le bénéfice secondaire d'améliorer les scores d'INV ; ou bien si un niveau de compréhension du langage minimal est nécessaire pour que l'administration d'une échelle de Wechsler avec consignes verbales soit valide auprès d'enfants atteints de TDL. Pour minimiser les biais en cas de difficultés de compréhension du langage, des tests entièrement non verbaux (p. ex., Leiter-3 ; Roid et Koch, 2017) pourraient s'avérer plus valides pour mesurer l'INV et son évolution (McCallum, 2017). À notre connaissance, aucune étude n'a utilisé de tels instruments pour mesurer l'évolution de l'INV chez

des enfants atteints de TDL. Puis, même si un QI verbal plus élevé au temps 1 est corrélé à un score d'INV plus élevé au temps 2, il ne prédit pas significativement le score d'INV au temps 2 dans la régression hiérarchique.

Plus l'écart entre les habiletés verbales et non verbales est élevé (score d'INV > QI verbal), plus le score d'INV diminue entre les deux temps de mesure. Ce qui semble cohérent avec l'hypothèse de tendance vers la normalisation précédemment nommée. Un score d'INV plus élevé comparativement aux pairs également atteint de TDL est associé à cet écart de QI INV-verbal. Il est probable qu'il soit lié au développement atypique associé au TDL (Botting, 2020). Un développement plus rapide de l'INV (à l'origine de l'écart observé en sa faveur) pourrait chez certains enfants être suivi d'un ralentissement dans le développement de l'INV (se traduisant par une chute du score standardisé). Aussi, les scores d'INV étant davantage influencés par l'attention soutenue et le contrôle mental, ils pourraient être affectés par la plus grande sollicitation de ces processus exécutifs avec la complexification des tâches suivant le développement (McCloskey et al., 2017). Comme dans l'étude de Conti-Ramsden (2012), il se pourrait que les différents profils d'évolution de l'INV aient des associations différentes avec les variables d'intérêt. L'hypothèse suivante pourrait par exemple être vérifiée dans une recherche ultérieure : les enfants avec un QI verbal plus élevé au temps 1 pourraient n'être pas autant concernés par l'effet de normalisation précédemment nommé.

La vitesse de traitement de l'information

La corrélation positive liant la VTI du temps 1 au score d'INV du temps 2 est à 0,05 point d'être considérée forte, ce qui concorde avec les résultats de la littérature (Plym et al., 2021). En effet, la corrélation entre la VTI et l'intelligence générale peut atteindre 0,5, même lorsque la VTI est mesurée par d'autres tests (p. ex. le Stroop et ses variantes ; Demetriou et Spanoudis, 2018). Or, les analyses de comparaison des groupes de développement de l'INV n'ont pas trouvé de

différence significative dans la moyenne de VTI entre les groupes. De plus, la VTI au temps 1 ne permet pas de prédire une partie significative de la variance du score d'INV au temps 2 lorsqu'elle est combinée à d'autres variables de QI et à des variables contrôles dans une analyse de régression. La VTI présentait malheureusement un nombre élevé de données manquantes, ce qui pourrait avoir affecté la puissance de l'analyse de la différence de moyenne entre les groupes d'évolution. Ainsi, cette association mériterait d'être examinée de nouveau dans un devis plus robuste, tout en contrôlant d'autres aspects du fonctionnement intellectuel.

Liens avec l'âge

L'âge de l'enfant a un lien négatif de moyenne amplitude avec le Δ INV. Être plus jeune au moment de la première évaluation prédit une plus grande augmentation de l'INV ainsi qu'un score d'INV plus élevé au temps 2. Ces résultats rappellent la tendance de développement de l'INV observée par Botting (2005) – c'est-à-dire, une augmentation de l'INV à un plus jeune âge (Δ INV positif) et une diminution de l'INV à un âge plus avancé (Δ INV négatif). Cela concorde également avec l'observation que ceux qui augmentent sont globalement plus jeunes au temps 1 et au temps 2 que ceux qui diminuent et vice versa. Les résultats de la présente étude permettent d'étendre cette tendance de développement à l'âge préscolaire, puisque cet âge n'avait pas encore été étudié dans un échantillon d'enfants diagnostiqués d'un TDL. D'autres études descriptives sur l'évolution naturelle de l'INV des enfants présentant un TDL sont nécessaires afin de bien en caractériser le développement ; celui-ci semble non linéaire. D'ailleurs, cette non-linéarité a été rapportée dans le développement normal du Gf (Spanoudis et Demetriou, 2020).

L'âge peut être un marqueur du nombre d'années d'expérience d'apprentissage. Ses effets sur l'INV pourraient donc être médiés par les développements moteur et langagier. Aussi, l'âge influence les normes auxquelles les habiletés intellectuelles de l'enfant sont comparées. Or, il se pourrait qu'à l'âge scolaire, certains enfants atteignent un plafond, ce qui aurait pour effet de

creuser l'écart par rapport à leurs pairs (comme dans la diminution du score d'INV observée à l'âge moyen de 8:3 ans). De plus, il est probable qu'une évaluation à un plus jeune âge soit liée à de l'intervention précoce. Notamment, être scolarisé plus tôt pourrait avoir un effet facilitateur dans le processus de maturation en offrant plus de stimulation (Wang et al., 2015). D'autres études sont certainement nécessaires pour mieux comprendre les liens entre l'âge et le développement de l'INV chez ces enfants.

Facteurs de risques liés aux profils d'évolution de l'INV

Des variables culturelles et sociodémographiques sont associées à l'INV et son changement dans le temps dans la présente étude. Être une fille prédit significativement une augmentation de l'INV. À notre connaissance, aucune étude n'a déjà documenté un tel lien ; il nécessite donc d'être reproduit. Il pourrait être exploré si les enfants sont stimulés différemment selon leur sexe ou bien si être un garçon est associé à davantage de facteurs de risques. Par ailleurs, puisqu'être un garçon est associé à un risque accru d'être diagnostiqué d'un TDL, il est possible que les filles identifiées avec un TDL n'aient pas les mêmes caractéristiques génétiques ou phénotypiques. Aussi, l'exposition à plus d'une langue à la maison et avoir une mère née hors Canada sont associées à un Δ INV moyen plus élevé, c'est-à-dire à une augmentation de l'INV. L'étude des liens entre l'INV et les variables sociodémographiques en contexte de TDL était exploratoire et plus d'études sont nécessaires pour explorer l'effet de ces aspects culturels sur l'évolution de l'INV. Malgré la corrélation observée entre un historique de troubles moteurs et le score d'INV au temps 2, la présence de troubles moteurs n'est pas significative dans la prédiction de ce score.

Forces de l'étude

Cette étude a permis de documenter que l'évolution de l'INV peut grandement varier dès l'âge préscolaire chez les enfants diagnostiqués d'un TDL. C'est la première à étudier ce phénomène dans un échantillon d'enfants atteints de TDL âgés de moins de 7 ans lors de leur

évaluation initiale. Elle a également permis de documenter des facteurs sur lesquels se distinguent différents groupes d'évolution de l'INV : le groupe dont l'INV augmente a un plus jeune âge et a des scores de QI verbal et d'INV au temps 1 plus faibles. Puis, le groupe dont l'INV diminue est constitué d'enfants plus âgés que les groupes dont l'INV reste stable ou augmente. De plus, la plupart des effets observés sont moyens ou grands. Notons que l'intervalle de temps entre les évaluations n'est pas significativement associé à l'évolution de l'INV, ainsi les résultats ne peuvent pas résulter du délai entre les évaluations. Puis, l'effet du changement d'instrument de mesure sur le Δ INV a été vérifié : ce changement n'a pas d'effet significatif lorsque l'âge est considéré. Finalement, cette étude a suggéré des variables sociodémographiques pouvant être liées à une augmentation des scores d'INV (le sexe féminin, le multilinguisme et l'immigration de la mère). Il faut donc interpréter les scores en bas âge de ces groupes d'enfants avec plus de prudence et il serait une bonne pratique de les réévaluer ou d'attendre avant de procéder à leur évaluation intellectuelle.

Implications cliniques

Cette étude contribue à une meilleure compréhension de l'évolution du profil intellectuel d'enfants ayant un TDL. Puis, cette étude indique l'importance de réévaluer les enfants recevant un diagnostic de TDL, surtout lorsque l'évaluation intellectuelle a été faite à un jeune âge puisque leur développement intellectuel semble atypique dès l'âge préscolaire et peut grandement varier. Ainsi, étant donné la possible variabilité de l'INV, il peut être précipité de donner un pronostic du potentiel académique d'un enfant avec un diagnostic de TDL évalué à l'âge préscolaire à partir seulement du score d'INV. Puis, selon ces résultats, il s'avère d'autant plus important de ne pas considérer de critère concernant l'INV pour le diagnostic de TDL.

Cette étude implique aussi qu'il pourrait être pertinent d'offrir des interventions de soutien de l'INV à des enfants atteints de TDL. En effet, la stimulation environnementale, entre 18 à 24 mois, est liée aux habiletés intellectuelles et langagières à l'âge scolaire (Bills et al., 2021; van Veen et al., 2020). Nos résultats questionnent la pertinence d'évaluations intellectuelles à un jeune âge pour les enfants à risque d'un TDL, surtout lorsque les mesures d'INV nécessitent la compréhension de consignes verbales et que ces enfants proviennent de cultures non occidentales et sont exposés à d'autres langues que celles utilisées pour l'évaluation. Les ressources utilisées pour l'évaluation intellectuelle peuvent être coûteuses, alors que les bénéfices de l'intervention précoce relative aux retards de développement sont bien reconnus (Conti-Ramsden et Durkin, 2012). L'avenue d'offrir les interventions précoces sans prestement investir dans l'évaluation intellectuelle, dont les résultats peuvent être sujets à changements, pourrait donc être investiguée.

Limites de l'étude et implications pour des recherches futures

Certaines limites sont à considérer. D'abord, certaines variables avaient une grande quantité de données manquantes. Bien que des imputations multiples aient pu être effectuées avec une population de 327 enfants, l'échantillon final a dû être réduit, ce qui a pu affecter la puissance des analyses. Le nombre insuffisant de participants a d'ailleurs particulièrement pu affecter les analyses de régressions pour lesquelles le nombre de variables indépendantes peut limiter la puissance (VanVoorhis et Morgan, 2007). La multiplicité des tests n'a pas pu être considérée dans les régressions pour ne pas limiter encore plus leur puissance, leurs résultats doivent donc être interprétés avec prudence. La puissance est également affectée par l'inégalité des groupes, notamment lors de l'analyse sur les changements de test. L'échantillon est composé d'enfants d'une seule clinique de pédopsychiatrie, ce qui peut limiter la généralisation des résultats à des populations d'enfants provenant de milieux différents. Au Québec, dans une clinique de pédopsychiatrie, les cas ne sont pas nécessairement représentatifs de la population des enfants

atteints d'un TDL, car ils sont généralement plus complexes, notamment par la présence de comorbidités chez plus de la moitié des enfants y consultant (Bordeleau et LeBlanc, 2019). Il aurait été pertinent de comparer si l'évolution ressemble à celle d'un autre échantillon recruté dans un autre type de clinique, pour vérifier si les résultats découlent des spécificités de la population psychiatrique et non des enfants TDL en général. Ainsi, de prochaines études pourraient inclure un tel groupe de contrôle. L'étude sur dossiers médicaux d'une population clinique pédopsychiatrique n'a pas permis de contrôler certains facteurs tels que le choix de l'instrument de mesure et pourrait aussi entraîner un biais de sélection lié aux caractéristiques des enfants faisant l'objet de réévaluations. Des évaluations, particulièrement celles effectuées avec la WPPSI-R, utilisée par certains cliniciens jusqu'en 2004 (15 ans après sa publication), ont pu avoir été affectées par l'effet Flynn (Beaujean et Sheng, 2014). Le changement d'instrument entre les évaluations pourrait avoir eu un certain impact. Les sous-tests des échelles de QI ont grandement varié entre les versions : le WPPSI-R ne proposait pas de sous-tests permettant de mesurer le Gf, le score d'INV était alors uniquement constitué du Gv. Puis le Gf et le Gv ont été combinés pour caractériser ce même score dans les versions subséquentes, pour être de nouveau séparés en facteurs uniques dans les dernières versions. Malgré ces variations dans la constitution des tests, les construits évalués par différentes versions des échelles de Wechsler demeurent comparables (Niileksela et Reynolds, 2019 ; le WPPSI-R n'a pas été comparé aux autres échelles dans cette étude, donc ce résultat peut ne pas s'y appliquer). Ensuite, un effet de pratique peut surestimer les QIs au temps 2. Bien que l'intervalle de temps minimal de 12 mois minimise l'effet de pratique, les échelles mesurant l'INV sont celles qui y sont les plus sensibles (Wechsler, 2016). Une limite non négligeable est la composante motrice des sous-tests mesurant le Gv et la VTI, puisqu'une grande partie des enfants de notre échantillon ont des difficultés motrices : il y a alors un risque que les mesures témoignent davantage des habiletés motrices de l'enfant.

Autres variables à considérer

Des variables non considérées par l'étude peuvent aussi influencer le développement de l'INV. Les interventions que les enfants ont possiblement reçues entre les évaluations et l'âge d'entrée à l'école (ou à un milieu de garde de type éducatif), le nombre de mois de gestation ou bien s'il y a eu une dysplasie bronchopulmonaire à la suite de la naissance prématurée sont des informations cruciales dans le développement qui n'ont pas pu être colligées dans le cadre de cette étude. Des variables d'intérêt dans le développement de l'INV telles que la mémoire de travail et l'attention n'ont pas pu être incluses dans la présente étude.

L'évolution de l'INV selon l'âge développemental reste à préciser, puis des différences au niveau du sexe de l'enfant seraient à explorer. Il pourrait aussi être intéressant de suivre les enfants à plus long terme pour déceler des nuances associées aux profils d'évolution. Un nombre plus grand de participants permettrait de tester les interactions entre les variables liées à l'INV dans des analyses multivariées dans le but de mieux comprendre les facteurs liés à son développement en contexte de TDL. De futures études pourront considérer l'effet de programmes d'interventions ciblées sur le développement de l'INV. Finalement, des études avec des outils minimisant les biais culturels pourraient permettre de mieux caractériser le développement de l'INV dans des sous-populations variées d'enfants atteints de TDL. De prochaines études pourraient inclure des mesures formelles de langage pour spécifier la composante atteinte du langage et pourront vérifier si l'accumulation des expériences de vie à l'école et à la maison augmente l'influence des facteurs socio-économiques sur l'INV et ses variables associées.

Conclusion

La présente étude a permis de mieux caractériser le développement de l'INV entre les âges préscolaire et début scolaire dans une population d'enfants atteints de TDL. Une très grande variabilité a pu être observée dans le développement de l'INV et trois profils distincts en sont

ressortis (stabilité, augmentation et diminution). Les distinctions entre les trois profils de développement de l'INV ont pu être précisées : un plus jeune âge et de plus faibles QIs verbal et d'INV sont associés au profil d'augmentation de l'INV. Cette étude a également permis de faire ressortir que le score d'INV alors que l'enfant a approximativement 8 ans et la variation de l'INV ont des prédicteurs distincts. Un plus jeune âge au temps 1 prédit un score d'INV plus élevé au temps 2. Être plus âgé, de sexe masculin, avoir un score de traitement visuospatial (Gv) plus faible et un QI verbal plus élevé au temps 1, puis un plus grand écart entre les scores d'INV et d'intelligence verbale au temps 1 prédisent une stabilité ou une diminution de l'INV. Compte tenu de ces résultats, il s'avère important de considérer que le niveau de compétences non verbales identifiées en bas âge des enfants diagnostiqués de TDL est sujet à de grandes variations à travers différentes périodes développementales. Aussi, d'autres études sont nécessaires pour mieux comprendre l'évolution de ces enfants et ainsi être en mesure de mieux soutenir leur développement.

Bibliographie

- American Psychiatric Association. (2015). *DSM-5 : manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (traduit par J. D. Guelfi et M.-A. Crocq; 5^e éd.). Elsevier Masson. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/umontreal-ebooks/detail.action?docID=4337396>
- Beaujean, A. A. et Sheng, Y. (2014). Assessing the Flynn Effect in the Wechsler Scales. *Journal of Individual Differences*, 35, 63-78.
- Bender, R. et Lange, S. (2001). Adjusting for multiple testing—when and how? *Journal of clinical epidemiology*, 54(4), 343-349.
- Bergman Nutley, S., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K. et Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental Science*, 14(3), 591-601. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01022.x>
- Berk, L. E. (2021). Cognitive Development in Early Childhood. Dans *Infants, Children, and Adolescents* (9^e éd., p. 306-353). Pearson.
- Bialystok, E. et Werker, J. F. (2017). Editorial: The systematic effects of bilingualism on children's development. *Developmental Science*, 20(1). <https://doi.org/10.1111/desc.12535>
- Bills, S. E., Johnston, J. D., Shi, D. et Bradshaw, J. (2021). Social-environmental moderators of neurodevelopmental outcomes in youth born preterm: A systematic review. *Child Neuropsychology*, 27(3), 351-370. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1861229>
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T. et CATALISE-2 consortium. (2017). Phase 2 of CATALISE: a multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(10), 1068-1080. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jcpp.12721>

- Bordeleau, L. et LeBlanc, J. (2019). La collaboration interprofessionnelle comme modalité de résolution des impasses thérapeutiques en pédopsychiatrie : recherche-action participative. *Revue québécoise de psychologie*, 40(2), 263-284. <https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1065912ar>
- Botting, N. (2005). Non-verbal cognitive development and language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(3), 317-326. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00355.x>
- Botting, N. (2020). Language, literacy and cognitive skills of young adults with developmental language disorder (DLD). 55(2), 255-265. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12518>
- Breault, C., Béliveau, M. J., Labelle, F., Valade, F. et Trudeau, N. (2019). Le trouble développemental du langage (TDL) : mise à jour interdisciplinaire. *Neuropsychologie Clinique et Appliquée*, 3, 46-63.
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth and action*. Elsevier.
- Cheng, H.-C., Chen, H.-Y., Tsai, C.-L., Chen, Y.-J. et Cherng, R.-J. (2009). Comorbidity of motor and language impairments in preschool children of Taiwan. *Research in Developmental Disabilities*, 30(5), 1054-1061. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ridd.2009.02.008>
- Clegg, J., Hollis, C., Mawhood, L. et Rutter, M. (2005). Developmental language disorders – a follow-up in later adult life. Cognitive, language and psychosocial outcomes. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(2), 128-149. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00342.x>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2^e éd.). Lawrence Erlbaum Associates.

- Conti-Ramsden, G. et Durkin, K. (2012). Language Development and Assessment in the Preschool Period. *Neuropsychology Review*, 22(4), 384-401. <https://doi.org/10.1007/s11065-012-9208-z>
- Conti-Ramsden, G., Durkin, K., Toseeb, U., Botting, N. et Pickles, A. (2018). Education and employment outcomes of young adults with a history of developmental language disorder. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 53(2), 237-255. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1460-6984.12338>
- Conti-Ramsden, G., St Clair, M. C., Pickles, A. et Durkin, K. (2012). Developmental Trajectories of Verbal and Nonverbal Skills in Individuals With a History of Specific Language Impairment: From Childhood to Adolescence. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(6), 1716-1735. [https://doi.org/https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/10-0182\)](https://doi.org/https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/10-0182))
- Council on Children With Disabilities, Section on Developmental Behavioral Pediatrics, Bright Futures Steering Committee et Medical Home Initiatives for Children With Special Needs Project Advisory Committee. (2006). Identifying Infants and Young Children With Developmental Disorders in the Medical Home: An Algorithm for Developmental Surveillance and Screening. *Pediatrics*, 118(1), 405-420. <https://doi.org/https://doi.org/10.1542/peds.2006-1231>
- Curran, P. J., West, S. G. et Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16-29. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.16>
- Demetriou, A. et Spanoudis, G. (2018). *Growing minds: A developmental theory of intelligence, brain, and education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315537375>

- Demetriou, A., Spanoudis, G., Kazi, S., Mougi, A., Žebec, M. S., Kazali, E., Golino, H., Bakracevic, K. et Shayer, M. (2017). Developmental Differentiation and Binding of Mental Processes with g through the Life-Span. *Journal of Intelligence*, 5(2), 23. <https://doi.org/10.3390/jintelligence5020023>
- Durkin, K. et Conti-Ramsden, G. (2007). Language, Social Behavior, and the Quality of Friendships in Adolescents With and Without a History of Specific Language Impairment. *Child Development*, 78(5), 1441-1457. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01076.x>
- Dysphasie Québec. (2017). *Historique des appellations*. <https://www.dysphasie-quebec.com/en-definition/>
- Ebert, K. D. (2021). Revisiting the Influences of Bilingualism and Developmental Language Disorder on Children's Nonverbal Processing Speed. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(9), 3564-3570. https://doi.org/doi:10.1044/2021_JSLHR-21-00156
- Elbro, C., Dalby, M. et Maarbjerg, S. (2011). Language-learning impairments: a 30-year follow-up of language-impaired children with and without psychiatric, neurological and cognitive difficulties. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 46(4), 437-448. <https://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2011.00004.x>
- Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis*. Guilford press.
- Field, A. (2017). The beast of bias. Dans *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5^e éd., p. 407-497). sage.
- Flanagan, D. P. et Alfonso, V. C. (2017). Strengths And Weaknesses of the WISC-V. Dans *Essentials of WISC-V assessment* (p. 279-285). John Wiley & Sons.
- Flanagan, D. P. et McDonough, E. M. (2018). *Contemporary intellectual assessment: theories, tests, and issues* (4^e éd.). The Guilford Press.

- Floyd, R. G., Evans, J. J. et McGrew, K. S. (2003). Relations between measures of Cattell-Horn-Carroll (CHC) cognitive abilities and mathematics achievement across the school-age years. *Psychology in the Schools*, 40(2), 155-171. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/pits.10083>
- Friedrich, M. J. (2017). Boosting Cognitive Development in Children. *JAMA*, 317(11), 1109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1001/jama.2017.2347>
- Gallinat, E. et Spaulding, T. J. (2014). Differences in the Performance of Children With Specific Language Impairment and Their Typically Developing Peers on Nonverbal Cognitive Tests: A Meta-Analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(4), 1363-1382. https://doi.org/https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-L-12-0363
- Gilkerson, J., Richards, J. A., Warren, S. F., Oller, D. K., Russo, R. et Vohr, B. (2018). Language Experience in the Second Year of Life and Language Outcomes in Late Childhood. *Pediatrics*, 142(4). <https://doi.org/10.1542/peds.2017-4276>
- Graham, J. W., Olchowski, A. E. et Gilreath, T. D. (2007). How Many Imputations are Really Needed? Some Practical Clarifications of Multiple Imputation Theory. *Prevention Science*, 8(3), 206-213. <https://doi.org/10.1007/s11121-007-0070-9>
- Guerin, J. M., Wade, S. L. et Mano, Q. R. (2021). Does reasoning training improve fluid reasoning and academic achievement for children and adolescents? A systematic review. *Trends in Neuroscience and Education*, 23, 100153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tine.2021.100153>
- Henry, L., Farmer, C., Manwaring, S. S., Swineford, L. et Thurm, A. (2018). Trajectories of cognitive development in toddlers with language delays. *Research in Developmental Disabilities*, 81, 65-72. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.04.005>

- Hill, E. L. (2001). Non-specific nature of specific language impairment: a review of the literature with regard to concomitant motor impairments. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 36(2), 149-171. <https://doi.org/10.1080/13682820010019874>
- Hoekstra, R. A., Bartels, M. et Boomsma, D. I. (2007). Longitudinal genetic study of verbal and nonverbal IQ from early childhood to young adulthood. *Learning and Individual Differences*, 17(2), 97-114. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.05.005>
- Houwen, S., Visser, L., van der Putten, A. et Vlaskamp, C. (2016). The interrelationships between motor, cognitive, and language development in children with and without intellectual and developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 53-54, 19-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.012>
- Hughes, R. A., Sterne, J. et Tilling, K. (2016). Comparison of imputation variance estimators. *Statistical methods in medical research*, 25(6), 2541-2557.
- Kapa, L. L. et Plante, E. (2015). Executive Function in SLI: Recent Advances and Future Directions. *Current Developmental Disorders Reports*, 2(3), 245-252. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40474-015-0050-x>
- Karmiloff-Smith, A., D'Souza, D., Dekker, T. M., Van Herwegen, J., Xu, F., Rodic, M. et Ansari, D. (2012). Genetic and environmental vulnerabilities in children with neurodevelopmental disorders. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 17261-17265. <https://doi.org/10.1073/pnas.1121087109>
- Kaufman, A. S., Raiford, S. E. et Coalson, D. L. (2015). *Intelligent testing with the WISC-V*. John Wiley & Sons.
- Kuusisto, M. A., Nieminen, P. E., Helminen, M. T. et Kleemola, L. (2017). Executive and intellectual functioning in school-aged children with specific language impairment.

International Journal of Language & Communication Disorders, 52(2), 127-136.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1460-6984.12263>

Liu, Y., Kaaya, S., Chai, J., McCoy, D. C., Surkan, P. J., Black, M. M., Sutter-Dallay, A. L., Verdoux, H. et Smith-Fawzi, M. C. (2017). Maternal depressive symptoms and early childhood cognitive development: a meta-analysis. *Psychological Medicine*, 47(4), 680-689. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S003329171600283X>

Maillart, C. et Schelstraete, M. A. (2012). *Les dysphasies, De l'évaluation à la rééducation*. Elsevier Masson.

McCallum, R. S. (2017). Context for nonverbal assessment of intelligence and related abilities. Dans *Handbook of nonverbal assessment* (p. 3-19). Springer.

McCloskey, G., Slonim, J., Whitaker, R. K., S. et Nagoshi, N. (2017). A Neuropsychological Approach to Interpretation of the WISC-V. Dans D. P. Flanagan et V. C. Alfonso (dir.), *Essentials of WISC-V assessment* (p. 287-404). John Wiley & Sons.

Miller, C. A., Kail, R., Leonard, L. B. et Tomblin, J. B. (2001). Speed of processing in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(2), 416-433. [https://doi.org/https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001/034\)](https://doi.org/https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/034))

Moukina, R. (2013). Language and Communication Impairment and Emotional and Behavioral Disorders in Children. Dans S. Landy et S. Bradley (dir.), *Children with multiple mental health challenges: An integrated approach to intervention* (p. 80-116). Springer Publishing Company.

Niileksela, C. R. et Reynolds, M. R. (2019). Enduring the tests of age and time: Wechsler constructs across versions and revisions. *Intelligence*, 77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.intell.2019.101403>

- Nold, N. V., Skochilov, R. V., Berezina, T. N. et Ilynia, M. N. (2020). Features of the Structure of Intellectual Development for Preschool and Primary School Children with Expressive Language Disorder (General Speech Underdevelopment) *Vestnik of Saint Petersburg University. Psychology*, 10(4), 428-441. <https://doi.org/doi:10.21638/spbu16.2020.404>
- Norbury, C. F., Gooch, D., Wray, C., Baird, G., Charman, T., Simonoff, E., Vamvakas, G. et Pickles, A. (2016). The impact of nonverbal ability on prevalence and clinical presentation of language disorder: evidence from a population study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(11), 1247-1257. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jcpp.12573>
- Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec. (2017). *État de la situation sur le trouble développemental du langage (TDL)*. <http://ooaqvousinforme.com/tdl-sept2017/>
- Paul, M. J. et Thordardottir, E. T. (2019). Investigation of the Psychometric Properties of the Milestones en français du Québec, a New Language Screener for French-Speaking Children Between 12 and 71 Months. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 43(2), 133-152.
- Plym, J., Lahti-Nuutila, P., Smolander, S., Arkkila, E. et Laasonen, M. (2021). Structure of Cognitive Functions in Monolingual Preschool Children With Typical Development and Children With Developmental Language Disorder. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(8), 3140-3158. https://doi.org/doi:10.1044/2021_JSLHR-20-00546
- Roid, G. H. et Koch, C. (2017). Leiter-3: Nonverbal Cognitive and Neuropsychological Assessment. Dans R. S. McCallum (dir.), *Handbook of Nonverbal Assessment* (p. 127-150). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50604-3_8
- Ross, G. S. et Perlman, J. M. (2019). Relationships of biological and environmental factors to cognition of preterm infants in the toddler and preschool periods. *Developmental Psychobiology*, 61(7), 1100-1106. <https://doi.org/10.1002/dev.21855>

- Roussy, É., Lane, C. et Bérubé, H. (2007). *Terminologie relative à la classification des quotients intellectuels*. Éditions du CHU Sainte-Justine.
- Schneider, W. J. et McGrew, K. S. (2018). The Cattell-Horn-Carroll Theory of Cognitive Abilities. Dans D. P. Flanagan et E. M. McDonough (dir.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (4^e éd., p. 73-163). The Guilford Press.
- Spanoudis, G. et Demetriou, A. (2020). Mapping Mind-Brain Development: Towards a Comprehensive Theory. *Journal of Intelligence*, 8(2), 19. <https://doi.org/10.3390/jintelligence8020019>
- Tikhomirova, T., Voronina, I., Marakshina, J., Nikulchev, E., Ayrapetyan, I. et Malykh, T. (2016). The relationship between non-verbal intelligence and mathematical achievement in high school students. *SHS Web of Conferences*, 29(02039). <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/shsconf/20162902039>
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, X., Smith, E. et O'Brien, M. (1997). Prevalence of Specific Language Impairment in Kindergarten Children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(6), 1245-1260. <https://doi.org/https://doi.org/10.1044/jslhr.4006.1245>
- Tourva, A., Spanoudis, G. et Demetriou, A. (2016). Cognitive correlates of developing intelligence: The contribution of working memory, processing speed and attention. *Intelligence*, 54, 136-146. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.12.001>
- Tucker-Drob, E. M. (2009). Differentiation of cognitive abilities across the life span. *Developmental Psychology*, 45(4), 1097-1118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/a0015864>
- van Veen, S., van Wassenaeer-Leemhuis, A. G., Oosterlaan, J., van Kaam, A. H. et Aarnoudse-Moens, C. S. H. (2020). Eight-year-old very and extremely preterm children showed more

- difficulties in performance intelligence than verbal intelligence. *Acta Paediatrica*, 109(6), 1175-1183. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/apa.15095>
- VanVoorhis, C. W. et Morgan, B. L. (2007). Understanding power and rules of thumb for determining sample sizes. *Tutorials in quantitative methods for psychology*, 3(2), 43-50.
- Wadman, R., Durkin, K. et Conti-Ramsden, G. (2011). Close Relationships in Adolescents With and Without a History of Specific Language Impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 42(1), 41-51. [https://doi.org/doi:10.1044/0161-1461\(2010/10-0003\)](https://doi.org/doi:10.1044/0161-1461(2010/10-0003))
- Wang, T., Ren, X., Schweizer, K. et Xu, F. (2015). Schooling effects on intelligence development: evidence based on national samples from urban and rural China. *Educational Psychology An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/01443410.2015.1099618>
- Webster, R. I., Majnemer, A., Platt, R. W. et Shevell, M. I. (2004). The predictive value of a preschool diagnosis of developmental language impairment. *Neurology*, 63(12), 2327-2331. <https://doi.org/https://doi.org/10.1212/01.Wnl.0000147472.33670.B6>
- Wechsler, D. (1989). *WPPSI-R: Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - Revised*. The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1991). *WISC-III: Wechsler Intelligence Scale for Children - Third Edition*. The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2002). *WPPSI-III: Technical and Interpretative Manual*. The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2003). *WISC-IV: Integrated Technical and Interpretive Manual*. The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2004a). *WISC-IV CDN : Canadian Manual*. PEARSON.
- Wechsler, D. (2004b). *WPPSI-III: Canadian Manual*. Harcourt Assessment.

- Wechsler, D. (2005). *WISC-IV CDN-F : Manuel technique et d'interprétation* (4^e éd.). PEARSON.
- Wechsler, D. (2012a). *WPPSI-IV CDN : Canadian Manual*. PEARSON.
- Wechsler, D. (2012b). *WPPSI-IV: Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence - Fourth edition*. Pearson.
- Wechsler, D. (2013). *WPPSI-IV : Échelle D'intelligence de Wechsler Pour la Période Préscolaire Et Primaire - Quatrième édition*. Pearson.
- Wechsler, D. (2016). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants: WISC-V*. Pearson.
- Wechsler, D. et Naglieri, J. A. (2006). *Wechsler nonverbal scale of ability*. Pearson.
- Winstanley, M., Durkin, K., Webb, R. T. et Conti-Ramsden, G. (2018). Financial capability and functional financial literacy in young adults with developmental language disorder. *Autism & Developmental Language Impairments*, 3, 1-11.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/2396941518794500>
- Woumans, E., Surmont, J., Struys, E. et Duyck, W. (2016). The Longitudinal Effect of Bilingual Immersion Schooling on Cognitive Control and Intelligence. *Language Learning*, 66(S2), 76-91. <https://doi.org/10.1111/lang.12171>
- Yang, P., Lung, F. W., Jong, Y. J., Hsu, H. Y. et Chen, C. C. (2010). Stability and change of cognitive attributes in children with uneven/delayed cognitive development from preschool through childhood. *Research in Developmental Disabilities*, 31(4), 895-902.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.02.011>

Annexe A – Caractéristiques des échantillons

Figure 4

Critères d'inclusion et d'exclusion menant à l'échantillon TDL

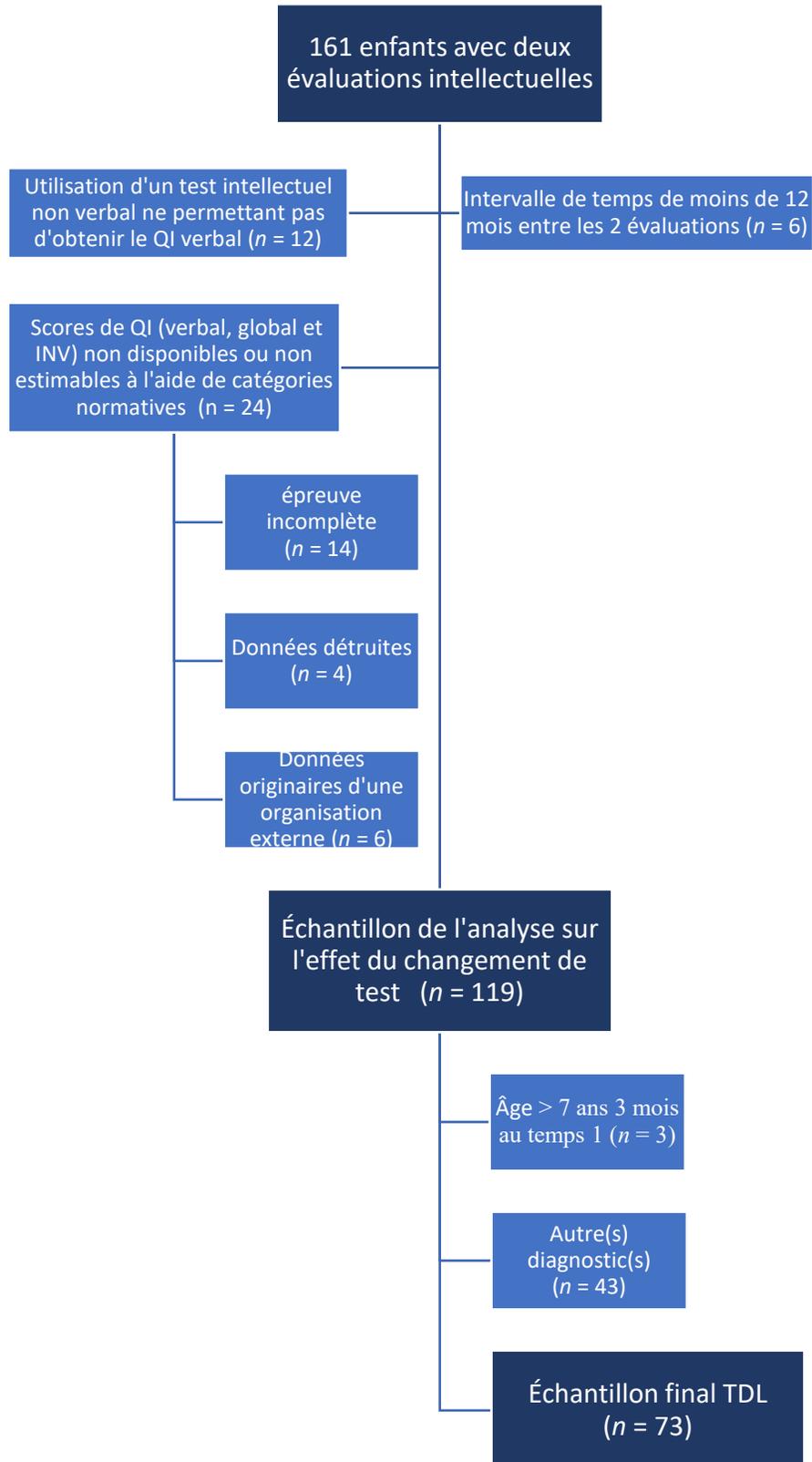
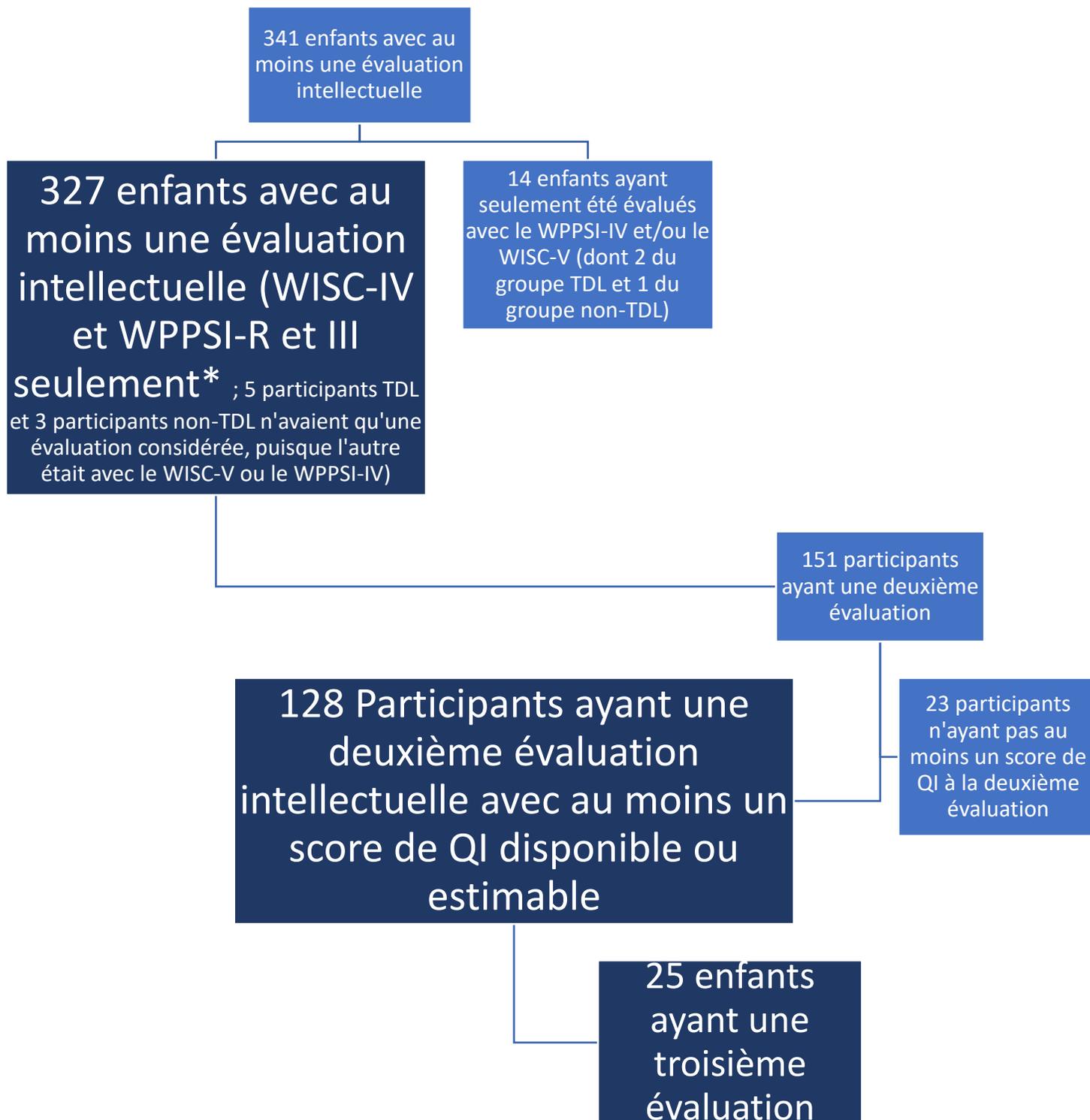


Figure 5

Description de l'échantillon pour l'analyse d'imputations multiples (bleu foncé)



Note. *Les participants évalués avec le WPPSI-IV ou le WISC-V n'avaient aucune donnée manquante. Ils ont donc été exclus de l'analyse d'imputation multiple pour limiter le nombre de tests différents, considérant qu'ils ont également un nombre plus grand d'échelles.

Annexe B - Propriétés psychométriques et composition des échelles

Tableau 10

Propriétés psychométriques des échelles de Wechsler

Test	Âges Année ; Mois	Échelle	Corrélation test-retest	Consistance interne	Validité concurrente testée avec :
WPPSI-R	3 ; 0 à 7 ; 3	Performance	,88	,91	r = ,56 Stanford- Binet 4
		Verbale	,90	,95	
WPPSI-III	2 ; 6 à 7 ; 3	Performance	,85	,92	r = ,70
		Verbale	,89	,94	r = ,86
		Vitesse de traitement de l'information	,83	,90	N. D.
WPPSI-IV	2 ; 6 à 7 ; 7	Raisonnement fluide	,88	,92	,75
		Visuospatial	,86	,88	,72
		Compréhension verbale	,89	,93	,79
		Vitesse de traitement de l'information	,84	,85	,76
		Mémoire de travail	,87	,92	N. D.
		Sous-test Séquence de chiffre.	,73	,85	N. D.
WISC-IV	6 ; 0 à 16 ; 0	Raisonnement perceptif	,88	,90	,74
		Compréhension verbale	,94	,93	,87
		Vitesse de traitement de l'information	,83	,88	,81
		Mémoire de travail	,79	,90	,72

Notes. Coefficients de l'échantillon de validation total (tous les groupes d'âge). Les données de la validation canadienne française étaient priorisées. Certaines données n'étaient disponibles que dans les études de validation canadienne anglaise ou américaine (Wechsler, 1989, 1991, 2002, 2003, 2004a, 2004b, 2005, 2012a).

Annexe C – Détails de la préparation de données

Tableau 12

Fréquence des données manquantes

	Fréquence de données manquantes par échantillon (%)		
	pour l'imputation (<i>n</i> = 327)	pour l'analyse sur le changement de test (<i>n</i> = 119)	TDL (<i>n</i> = 73)
Score d'INV au temps 1	53 (16)	12 (10)	6 (8)
Score d'INV au temps 2	216 (66)	5 (4)	2 (3)
Score de Gf au temps 1	162 (50)	57 (48)	34 (47)
Score de Gf au temps 2	249 (76)	29 (24)	14 (19)
Score de Gv au temps 1	128 (39)	45 (38)	26 (36)
Score de Gv au temps 2	281 (86)	62 (52)	36 (49)
QI verbal au temps 1	66 (20)	15 (13)	10 (14)
QI verbal au temps 2	214 (65)	3 (3)	1 (1)
Score de g au temps 1	214 (65)	21 (18)	11 (15)
Score de g au temps 2	224 (69)	11 (9)	4 (6)
MT au temps 1	300 (92)	114 (96)	72 (99)
MT au temps 2	258 (79)	38 (32)	21 (29)
VTI au temps 1	176 (54)	65 (55)	40 (55)
VTI au temps 2	227 (69)	15 (13)	8 (11)
Variable d'interaction entre l'âge au temps 1 et l'INV au temps 1	53 (16)	12 (10)	6 (8)

Notes. INV = intelligence non verbale ; MT = mémoire de travail ; VTI = vitesse de traitement de l'information. Les pourcentages en gras sont plus élevés que 50%. Les quelques évaluations avec le WISC-V et le WPPSI-IV ont été exclues dans l'échantillon utilisé pour l'imputation. Les données des deux autres échantillons considèrent quant à eux ces évaluations.

Tableau 13

Scores extrêmes univariés dans les 40 banques de données de l'imputation multiple

Variables	Nombre de scores extrêmes
Âge à la deuxième évaluation	1*
Intervalle de temps entre les évaluations	1*
Vitesse de traitement de l'information au temps 1	1
Mémoire de travail au temps 2	13
Gf au temps 2	8
Différence de Gf entre les deux évaluations	3
Différence de Gv entre les deux évaluations	25

Notes *le même score extrême d'un seul participant est répété dans les 40 banques de données.