

# Pré-validation et normes préliminaires du Test de Hayling Junior pour évaluer l'inhibition verbale chez l'enfant francophone au Québec

Victoria Racicot<sup>1</sup>, Julie Leclerc<sup>2</sup>, Ph. D. et Bruno Gauthier<sup>1</sup>, Ph. D.

<sup>1</sup>Université de Montréal, Montréal, Canada

<sup>2</sup>Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada

Le *Test de Hayling* mesure l'inhibition verbale et est largement utilisé chez l'adulte. Les données psychométriques sont restreintes pour la version *Junior* et les normes pour les enfants québécois sont inexistantes. L'objectif de cette étude était de produire des normes préliminaires du *Test de Hayling Junior* pour les enfants québécois selon certaines variables sociodémographiques et de mesurer la fidélité et la validité de ce test. L'échantillon était composé de 32 participants (c.-à-d., 14 filles, 18 garçons) âgés de 8 à 12 ans ( $M = 9.47$ ,  $É.-T. = 1.32$ ). L'âge était corrélé aux scores de vitesse et les scores ne variaient pas selon le sexe ou le niveau d'éducation des parents. Les indices de fidélité étaient généralement adéquats. Les scores au *Hayling Junior* étaient corrélés à certaines mesures de l'inhibition, mais pas à la mémoire de travail ni à l'échelle *hyperactivité/impulsivité* d'un questionnaire pour parent. Ce test permettra aux cliniciens d'évaluer l'inhibition verbale et contribuera à l'étude de son développement chez l'enfant québécois.

**Mots-clés :** fonctions exécutives, inhibition, *Hayling Junior*, normalisation, validation

The *Hayling Test* measures verbal inhibition and is widely used with adults. Psychometric data is limited for the *Junior* version and norms for the Quebec pediatric population are non-existent. The aim of this study was to produce norms for the *Hayling Junior Test* for Quebec children according to certain socio-demographic variables and to measure the reliability and validity of this test. The sample consisted of 32 participants (i.e., 14 girls, 18 boys) aged 8 to 12 years ( $M = 9.47$ ,  $SD = 1.32$ ). Age was correlated with speed scores and scores did not vary according to sex or parental education level. The fidelity indices were generally adequate. *Hayling Junior's* scores correlated with some measures of inhibition, but not with working memory or the *hyperactivity/impulsivity scale* of a questionnaire for parent. This test will allow clinicians to assess verbal inhibition and will aid in the study of its development with Quebec children.

**Keywords:** executive functions, inhibition, *Hayling Junior*, normalization, validation

## Introduction

Les fonctions exécutives (FE) sont généralement définies comme un ensemble de processus cognitifs qui permettent de contrôler et de réguler nos comportements et pensées, particulièrement lors de situations non familières ou lors de la réalisation de tâches non automatiques (Miyake & Friedman, 2012). Chez l'adulte, trois principales FE distinctes, mais interreliées, seraient présentes : l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité cognitive. L'inhibition, se définit comme un processus qui nécessite un contrôle conscient afin d'inhiber une réponse prédominante ou automatique (Miyake et al., 2000; Nigg, 2000). La mémoire de travail réfère généralement à la capacité à maintenir des informations en mémoire et à les manipuler (Baddeley, 2010). Enfin, la flexibilité cognitive se définit comme

étant la capacité à changer sa propre perspective d'une situation, à changer sa conception et sa compréhension d'une situation, ainsi qu'à s'adapter aux changements qui surviennent dans les demandes ou au sein d'un plan pré-établi (Diamond, 2013). Chez l'enfant d'âge préscolaire, ces fonctions seraient moins dissociées et se distribueraient en deux facteurs principaux, soit l'inhibition et la mémoire de travail (Miller et al., 2012; Monette et al., 2015). La différenciation des facteurs se ferait progressivement, pour atteindre une structure à trois facteurs à l'âge scolaire (Lambek & Shevlin, 2011; Lee et al., 2013; Lehto et al., 2003). L'inhibition serait l'une des premières FE à se développer et serait nécessaire au fonctionnement des autres FE (Anderson et al., 2002). L'inhibition serait étroitement liée à la mémoire de travail et ces deux fonctions seraient les précurseurs de la flexibilité, puis de la planification et de la résolution de problème, qui sont des FE de plus haut niveau (Diamond, 2013).

Les capacités d'inhibition seraient héréditaires (Friedman et al., 2008), mais certains facteurs environnementaux affecteraient leur développement (Farah et al., 2006; Noble et al., 2007; Sarsour et al.,

La correspondance de cet article doit être adressée à /  
Correspondance concerning this article should be addressed to:

Victoria Racicot, Département de psychologie, Université de Montréal

Courriel/e-mail: [victoria.racicot@umontreal.ca](mailto:victoria.racicot@umontreal.ca)

2011), notamment le statut socio-économique (SSE) (Mezzacappa, 2004). Toutefois, certains facteurs auraient un effet modérateur sur l'association entre l'inhibition et le SSE, comme la qualité du lien parent-enfant (Bernier et al., 2010; Rhoades et al., 2011; Sarsour et al., 2011). De plus, le développement adéquat de l'inhibition durant la jeune enfance serait associé à une diminution des comportements internalisés et externalisés ainsi qu'à de meilleures habiletés sociales (Moffitt et al., 2011; Rhoades et al., 2009).

Les capacités d'inhibition se développent progressivement dès l'âge préscolaire, puis au cours de l'enfance et l'adolescence. Au même âge, certains enfants ont des capacités d'inhibition significativement moins efficaces que d'autres enfants. Ces capacités moins efficaces entraînent une fréquence plus élevée de comportements liés au déficit d'inhibition que ce qui est attendu à cet âge. Un déficit sur le plan de l'inhibition se traduit notamment par un manque d'autorégulation et la présence d'impulsivité. Les enfants qui présentent un déficit de l'inhibition peuvent avoir de la difficulté à demeurer assis à leur place, à attendre leur tour et peuvent avoir tendance à couper la parole (Bari et Robbins, 2013; Er-Rafiqi et al., 2017). Cette fonction se trouve déficiente dans plusieurs troubles pédiatriques (Diamond, 2013; Hosenbocus et Chahal, 2012), notamment le trouble du déficit de l'attention/hyperactivité (TDAH), (Happé et al., 2006; Pievsky & McGrath, 2018; Rahmi & Wimbari, 2018), qui se caractérise fréquemment par un déficit de l'inhibition (Barkley, 1999).

L'inhibition s'évalue par des tests cognitifs, dans lesquels les mesures d'intérêt principales sont la vitesse (c.-à-d., temps de réponse) et la précision (c.-à-d., nombre d'erreurs). Les tests mesurent différentes composantes de l'inhibition qui sont étroitement liées; l'inhibition comportementale et le contrôle de l'interférence (Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000). Les tests mesurant l'inhibition comportementale impliquent uniquement l'inhibition d'une réponse automatique, alors que les tests mesurant le contrôle de l'interférence nécessitent l'inhibition d'une réponse automatique, pour produire une réponse alternative non prédominante, par exemple le test *Interférence couleur-mot* ou *Stroop* (Delis et al., 2001; Stroop, 1935)

Le *Test de Hayling* (Burgess & Shallice, 1997), initialement développé chez l'adulte, mesure également le contrôle de l'interférence et nécessite l'inhibition d'une réponse verbale prédominante. Ce test permet aussi d'évaluer l'initiation et l'utilisation de stratégies. Il comprend deux conditions, qui comportent des phrases dans lesquelles le dernier mot est manquant. Dans la première condition, les phrases

doivent être complétées par le mot qui a le plus de sens sémantiquement et syntaxiquement. Le délai avant de produire le mot est un indice des capacités d'initiation et plus le temps de réponse est court, meilleures sont ces capacités (Burgess & Shallice, 1996). Dans la deuxième condition, la réponse automatique doit être inhibée pour produire un mot incohérent avec la phrase. Dans cette condition, plus la réponse est sémantiquement liée à la phrase, moins les capacités d'inhibition sont adéquates. Le contraste entre le temps de réponse des deux conditions représente le coût cognitif associé à l'inhibition de la réponse prédominante. Un contraste de temps de réponse élevé suggère de faibles capacités d'inhibition (Burgess & Shallice, 1996). Ainsi, l'efficacité des processus d'inhibition est inférée à l'aide de la condition initiation, qui a une fonction de condition de base. Si seule la condition inhibition était administrée, il ne serait pas possible de déterminer si la faible performance est attribuable à un déficit d'inhibition ou d'initiation. Enfin, l'utilisation de stratégies est mesurée par un indice qualitatif, portant sur les stratégies employées pour produire un mot incohérent dans la condition 2. L'utilisation d'une stratégie, par exemple de nommer un objet dans la pièce, est associée à de meilleures capacités d'inhibition (Burgess & Shallice, 1996; Robinson et al., 2015).

La version pour adultes du *Test de Hayling* présente de bonnes qualités psychométriques. Plusieurs versions traduites et adaptées existent : en italien ( $n = 301$ , 16-94 ans; Spitoni et al., 2017), en français ( $n = 426$ , 20-87 ans; Bayard et al., 2017), en arabe ( $n = 350$ ,  $M = 45$  ans; Hallit et al., 2020), en espagnol ( $n = 185$ , 18-99 ans; Pérez-Pérez et al., 2016), ainsi qu'en suédois ( $n = 76$ , 40-95 ans; Vestberg et al., 2019). La fidélité test-retest, qui réfère à la constance des résultats à travers le temps, est adéquate pour le temps de réponse pour la condition 2 ( $r = .78$ ), mais faible pour le temps de réponse de la condition 1 ( $r = .62$ ) et le score d'erreur de la condition 2 ( $r = .52$ ; Burgess et Shallice, 1997; Strauss et al., 2006). La consistance interne, c'est-à-dire dans quelle mesure les items du test pour chacune des conditions évaluent le même construit, varie selon les versions du test; elle est de faible à adéquate pour le temps de réponse de la condition 1 ( $\alpha = .37$  à  $.93$ ), de modérée à élevée pour le temps de réponse de la condition 2 ( $\alpha = .80$  à  $.94$ ) et d'acceptable à élevée pour le score d'erreur de la condition 2 ( $\alpha = .72$  à  $.94$ ; Burgess et Shallice, 1997; Hallit et al., 2020; Pérez-Pérez et al., 2016; Spitoni et al., 2017; Vestberg et al., 2019). Quant à la fidélité inter-juges, qui fait référence au degré de consensus entre plusieurs correcteurs, le kappa de Cohen est élevé pour l'ensemble des scores ( $\kappa = .77$  à  $.95$ ; Spitoni et al., 2017). L'accord est également élevé (Koo et Li, 2016) pour le score d'erreur de la condition 2 lorsque mesuré à l'aide du

coefficient intra classe (ICC = .82 à .97; Bayard et al., 2017; Pérez-Pérez et al., 2016; Vestberg et al., 2019).

Quant aux données sur la validité du test, le *Test de Hayling* a été développé afin d'être utilisé auprès de populations adultes avec lésions frontales et il s'est montré sensible et spécifique à cette population (Burgess & Shallice, 1996), un indice de sa validité critériée. Pour la validité de construit convergente, où des corrélations plus fortes sont attendues entre des variables qui sont supposées mesurer le même construit, la corrélation entre le score d'erreur de la condition 2 du *Test de Hayling* et le temps d'initiation à la *Tour de Londres* (Shallice, 1982), une mesure d'inhibition, est moyenne ( $r = .40, p < .001; n = 47, 20-30$  ans; Andrés & Van der Linden, 2000).

Dans une étude au Brésil (de Sousa Siqueira et al., 2010), la version du *Test de Hayling* pour adulte a été administrée auprès d'enfants âgés de 6 à 12 ans. Contrairement à ce qui était attendu, l'effet d'âge était absent pour plusieurs scores. Les auteurs ont donc conclu que les énoncés se trouvant dans la version adulte du test étaient peu adaptés pour la population pédiatrique, sur le plan de la complexité syntaxique et du contexte sémantique. Ainsi, les énoncés originaux du *Test de Hayling* ont été modifiés afin d'être plus adaptés aux enfants et une version Junior a été produite, en italien ( $n = 64, 7-12$  ans; Shallice et al., 2002), en brésilien ( $n = 28, 6-12$  ans; Siqueira et al., 2016), en arabe ( $n = 120, 7-12$  ans; Bellaj et al., 2016) et en français ( $n = 165, 6-11$  ans; Monnier & Bayard, 2017). Afin de produire la version junior du *Test de Hayling* en France, chaque phrase du *Test de Hayling* pour adulte a été évaluée afin de déterminer celles qui étaient pertinentes chez les enfants et seules les phrases pertinentes ont été conservées dans la version junior. Les chercheurs ont ensuite créé de nouvelles phrases. Les nouvelles phrases et celles provenant de la version adulte ont été administrées à des enfants neurotypiques et les enfants devaient compléter les phrases par le mot attendu. Enfin, seules les phrases pour lesquelles le mot cible était produit dans 100 % des cas ont été conservées et employées dans le *Test de Hayling Junior*.

Pour la version italienne du test (Shallice et al., 2002), l'âge affectait le temps de réponse de la condition 1 et le score d'erreur de la condition 2. Les stratégies les plus fréquemment utilisées pour répondre dans la condition 2 étaient de nommer un objet qui se trouvait dans la pièce ou de nommer un mot relié aux phrases précédentes (Shallice et al., 2002). La version brésilienne a été employée dans une

étude ( $n = 275, 6-12$  ans; Jacobsen et al., 2017) dont les résultats indiquent que l'âge, le niveau d'éducation des parents et le type d'école (publique ou privée) prédisent de 15 % à 30 % de la variance des scores au *Hayling Junior*. Quant à la version arabe (Bellaj et al., 2016), le score de contraste de temps de réponse était affecté par l'âge, mais pas par le sexe. Par ailleurs, ce score était associé au niveau d'éducation du père, mais pas à celui de la mère.

Certains auteurs rapportent un lien entre l'intelligence et les fonctions exécutives (Brydges, 2012). Le lien entre le quotient intellectuel (QI) et l'inhibition varie dans la littérature, selon les études et l'âge de la population étudiée (Lee, 2015; Martin, 2019). Pour le *Test de Hayling*, il n'existe pas d'étude à notre connaissance portant sur la relation entre le QI et les scores chez des enfants d'âge scolaire. Dans une étude de Stedal (2016), les scores au *Test de Hayling* n'étaient pas corrélés au QI verbal et non verbal, chez des adolescentes âgées de 12 à 17 ans.

Deux études ont documenté l'utilité clinique du *Test de Hayling Junior* italien (Shallice et al., 2002) et brésilien (Sartori et al., 2020) chez une population pédiatrique, un indice de sa validité critériée. Une étude employant le *Hayling Junior* italien (Shallice et al., 2002), avait pour objectif de comparer les scores obtenus au test chez des enfants neurotypiques ( $n = 33$ ) et des enfants présentant un TDAH ( $n = 31$ ), âgés de 7 à 12 ans. Les enfants présentant un TDAH étaient moins rapides dans la condition 1 et commettaient davantage d'erreurs dans la condition 2. Dans cette même étude, 47 % des enfants neurotypiques utilisaient une stratégie pour répondre dans la condition 2, alors que ce pourcentage était de 9,5 % pour le groupe TDAH. Une autre étude visait à comparer la performance au *Hayling Junior* brésilien chez des enfants de 8 et 9 ans présentant un trouble développemental de la coordination ( $n = 63$ ), à risque de présenter ce trouble ( $n = 31$ ) ou neurotypiques ( $n = 63$ ; Sartori et al., 2020). Les enfants qui présentaient un trouble développemental de la coordination commettaient plus d'erreurs dans la condition 2 que les enfants neurotypiques 2.

Des études documentant la validité de construit de *Hayling Junior* existent pour la version brésilienne (Pureza et al., 2011) et la version arabe (Bellaj et al., 2016). Le nombre total de mots produits dans la condition de lettres d'un test de *Fluence verbale* était corrélé au temps de réponse des deux conditions du *Hayling Junior* brésilien ( $r = -.27, p < .001$ ), alors que la condition sémantique était corrélée au score

<sup>1</sup> a: constance des résultats aux items d'une échelle;  $\alpha = 1$  si les résultats sont constants dans une même échelle.

<sup>2</sup>  $\kappa$  : mesure d'accord entre deux codeurs;  $\kappa = 1$  si les codeurs sont totalement en accord.

<sup>3</sup> ICC : mesure d'accord entre deux codeurs; ICC=1 si les codeurs sont totalement en accord.

d'erreur ( $r = -.35, p < .001$ ) et au temps de réponse ( $r = -.42, p < .001$ ) de la condition 2 (Pureza et al., 2011). La *Fluence verbale* est un test qui mesure la production spontanée de mots débutant par une lettre spécifique ou correspondant à une catégorie spécifique, les mots ne respectant pas ces critères devant être inhibés (Perret, 1974). De plus, le score de l'empan visuospatial en ordre inverse, qui mesure la mémoire de travail visuelle, était corrélé au score de contraste de temps de réponse du *Hayling Junior* arabe ( $r = -.26, p < .01$ ; Bellaj et al., 2016).

En somme, la version originale pour adultes du *Test de Hayling* possède de bonnes qualités psychométriques et plusieurs études documentent l'utilité clinique de la version pédiatrique, notamment auprès des enfants qui présentent un TDAH et un trouble développemental de la coordination. Il pourrait être employé auprès des populations cliniques qui présentent des atteintes sur le plan des processus d'inhibition, notamment chez les enfants présentant un syndrome Gilles de la Tourette (SGT; Morand-Beaulieu, 2017), un trouble du spectre de l'autisme (Adams, 2012), qui ont souffert d'un traumatisme craniocérébral (Sinopoli & Dennis, 2012) et chez les enfants nés prématurément (Disselhoff et al., 2020). C'est un outil qui pourrait également s'avérer très pertinent en recherche pour documenter le développement de l'inhibition et plus précisément de l'inhibition verbale chez l'enfant.

Le *Test de Hayling* se distingue des tests d'inhibition existants puisqu'il est entièrement en modalité verbale, c'est-à-dire que les items sont présentés verbalement et que le participant donne sa réponse verbalement. Ainsi, il permet d'évaluer l'inhibition chez les enfants qui présentent des difficultés touchant la vision ou la dénomination rapide (Araújo et al., 2010). De plus, la réponse alternative n'est pas suggérée dans le *Hayling Junior* et le participant doit la générer. C'est également un test qui semble plus écologique en comparaison à d'autres tests d'inhibition, puisque sa forme s'apparente aux manifestations de l'impulsivité verbale au quotidien. Le *Test de Hayling* permet également une dissociation entre les deux processus mesurés par le test : l'initiation et l'inhibition (Volle et al., 2012).

La version originale du *Test de Hayling* pour adultes a été traduite et adaptée pour les enfants d'âge scolaire en France, afin de produire le *Test de Hayling Junior* français (Monnier & Bayard, 2017). L'âge expliquait de 4 à 16 % de la variance des scores et les résultats ne variaient pas selon le sexe. Toutefois, il n'existe pas à notre connaissance de données de validité pour la version française du *Hayling Junior* et il n'existe pas de normes pour la population

québécoise francophone. Or, afin d'analyser et interpréter les résultats aux tests, des normes doivent être utilisées pour situer la performance de l'individu par rapport à une référence. Pour que la comparaison aux normes soit la plus juste possible, les normes doivent avoir été obtenues à l'aide d'un échantillon qui est représentatif de la population de référence (Brooks et al., 2011), c'est-à-dire ayant les mêmes caractéristiques sociodémographiques que la personne évaluée (Colombo et al., 2016).

## Objectifs

La présente étude vise à documenter les performances d'enfants neurotypiques francophones québécois au *Test de Hayling Junior* (Monnier & Bayard, 2017) et à explorer les qualités psychométriques de ce test. Il s'agit d'un outil rapide à administrer et qui nécessite peu de matériel. Le premier objectif qui consiste à documenter les performances, nous permettra d'examiner la relation entre les scores au *Hayling Junior* et l'âge, le sexe, le QI verbal et visuel, ainsi que le SSE, puis nous permettra de produire des normes préliminaires. Nous recenserons également les stratégies les plus fréquentes pour trouver un mot alternatif dans la deuxième condition (Burgess & Shallice, 1996). Le second objectif consiste à mesurer les indices psychométriques qui sous-tendent la fidélité et la validité du test. Les indices mesurés sont : la fidélité temporelle, la cohérence interne et la fidélité inter-juges, ainsi que la validité critériée et de construit.

En considérant la littérature scientifique, il est attendu que les scores au *Test de Hayling Junior* soient corrélés à l'âge et au niveau d'éducation des parents, mais qu'ils ne varient pas en fonction du sexe. Aucune hypothèse n'est émise pour le QI, puisque les données portant sur le lien entre le QI et les scores au *Test de Hayling Junior* sont très limitées dans la littérature scientifique. De plus, les résultats à ce sujet pour le *Test de Hayling* chez l'adulte sont très variables. Les stratégies les plus fréquemment utilisées devraient être de nommer un objet dans la pièce ou lié à la phrase précédente. Pour les indices psychométriques, il est attendu que les indices de fidélité et de validité soient adéquats. Les prédictions précises en lien avec les outils de mesure sont décrites dans la partie Analyses de la section Méthode.

## Méthode

### Participants

Notre échantillon était composé de 32 participants (c.-à-d., 14 filles, 18 garçons) âgés de 8 à 12 ans ( $M = 9.47, \hat{E}-T. = 1.32$ ). Ils étaient majoritairement droitiers (c.-à-d., 87 %) et caucasiens (c.-à-d., 75 %). Le SSE a été mesuré à l'aide de trois indices : le

revenu annuel familial brut et le plus haut diplôme atteint par la mère et par le père de l'enfant (c.-à-d., diplômes d'études secondaires, d'études professionnelles et d'études collégiales, baccalauréat, maîtrise, doctorat). La majorité des parents avaient complété des études universitaires, tant pour la mère (c.-à-d., 84 %) que le père (c.-à-d., 75 %). Les participants provenaient presque exclusivement d'un milieu avec un revenu familial annuel de 100 000 \$ et plus (c.-à-d., 90 %). Les participants devaient avoir le français comme langue de scolarisation ou être en classe régulière en français depuis au moins deux ans. Ils ne devaient pas avoir un diagnostic émis par un professionnel de trouble neurodéveloppemental (cf. Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, cinquième édition; American Psychiatric Association, 2013), de trouble neurologique ou avoir souffert d'un traumatisme cranio-cérébral, de problématique affective ni de trouble du comportement ou des conduites. De plus, les participants se situant à plus de deux écarts-types sous la moyenne par rapport à leur âge chronologique pour le potentiel intellectuel étaient exclus.

### Procédures

Le projet a été approuvé par le comité d'éthique de la recherche du CIUSSS de l'Est-de-l'Île-de-Montréal et de l'Université de Montréal. Le recrutement s'est fait auprès du grand public à l'aide de dépliants et affiches remis dans les camps de jours (c.-à-d., CEPSUM à Montréal et Tennis 13 à Laval), ainsi que publiés sur les réseaux sociaux. Le parent a rempli un questionnaire socio-démographique afin de vérifier les critères d'inclusion et d'exclusion, ainsi qu'un questionnaire comportemental. Les séances d'évaluation avaient lieu à l'Université de Montréal au campus de Montréal et de Laval. L'étude s'est déroulée entre les mois de septembre 2018 et février 2020. Puisque l'étude s'inscrivait dans un projet visant le développement de normes pour plusieurs tests neuropsychologiques, plusieurs tests ont été administrés en plus du *Hayling Junior*. Les tests étaient administrés dans le même ordre de passation pour chaque participant par une étudiante au doctorat en neuropsychologie, ou une étudiante au baccalauréat en psychologie ayant reçu une formation pour administrer les tests du projet de recherche. Une compensation de 15 \$ était remise au participant lors de la première rencontre. La première rencontre était d'une durée approximative de 2 heures et la seconde séance, d'une durée approximative de 30 minutes, qui visait à mesurer l'indice de fidélité test-retest avait lieu de deux à douze semaines suivant la première séance ( $M = 6.3$ ,  $\hat{E}.-T. = 5.1$ ). Cependant, l'indice de fidélité test-retest n'a pu être mesuré, puisque seuls quatre

participants se sont présentés pour la deuxième rencontre d'évaluation. L'accord verbal du parent était obtenu pour enregistrer l'audio du *Hayling Junior*, afin de mesurer l'accord inter-juges pour le temps de réponse. Le protocole du *Hayling Junior* de chaque participant a été corrigé par les deux évaluateurs, afin de mesurer l'accord inter-juges pour les scores d'erreur.

### Matériel

**Test de Hayling Junior.** Le test comprend 20 phrases divisées en deux conditions (Monnier & Bayard, 2017). Dans la première condition du test, chaque phrase est lue à voix haute et le participant doit compléter les phrases le plus rapidement possible (p. ex., On se mouche le...nez). Dans la seconde condition, le participant doit encore une fois terminer les phrases avec un mot, mais le mot ne doit avoir aucune relation sémantique avec la phrase qu'il complète (p. ex., les prisonniers se sont évadés de la... banane). Le temps de réponse en secondes pour chaque item des deux conditions a été enregistré à l'aide d'un chronomètre et un temps de réponse total a été calculé pour chaque condition. Un score de contraste de temps de réponse entre les deux conditions a également été calculé, en soustrayant le temps de réponse total de la condition 1 au temps de réponse total de la condition 2. Pour le score d'erreur, dans la condition 1 mesurant l'initiation, les scores ont été attribués ainsi : mot qui complète la phrase (0), autre mot (1). Dans la condition 2 mesurant l'inhibition, les scores ont été attribués ainsi : mot non lié à la phrase (0), mot relié à la phrase ou au mot qui complète la phrase ou un antonyme (1), mot qui complète la phrase (3). Ainsi, un score d'erreur élevé est associé à une performance faible. Lors de la cotation du score d'erreur, une classe de réponse a été attribuée à chaque réponse, qui représente la catégorie de stratégie utilisée pour répondre par le participant. Pour les mots non liés à la phrase (0 point) les stratégies sont : NP = objet dans la pièce, NI = mot relié sémantiquement à la réponse donnée à l'item précédent, NA = aucune des catégories. Pour les mots reliés à la phrase ou au mot qui complète la phrase ou un antonyme (1 point), les stratégies sont : SP = mot relié sémantiquement au sujet de la phrase, SR = mot relié sémantiquement à la réponse attendue, SV = mot qui complète vaguement la phrase ou qui rend le sens ridicule, SC = mot contraire de celui à inhiber. Enfin, pour les mots qui complètent la phrase (3 points), la stratégie C a été attribuée.

**Matrices et Similitudes.** Les tests *Matrices et Similitudes* de l'*Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants* – 5e édition : version pour francophones du Canada (WISC-V CDN) ont été administrés afin

<sup>4</sup> Trouble du spectre de l'autisme, déficience intellectuelle, trouble spécifique des apprentissages, TDAH, troubles de la communication, troubles moteurs.

d'obtenir un estimé du QI et vérifier ce critère d'exclusion (Wechsler, 2015). Ces tests sont ceux qui corrélaient le mieux avec le QI global (c.-à-d., respectivement .69 et .73). Le test *Matrices* évalue le raisonnement visuel. Le participant doit choisir l'item qui complète une matrice incomplète parmi cinq choix. Le test *Similitudes* évalue le raisonnement verbal. Durant ce test, il est demandé au participant de définir le lien conceptuel qui unit deux mots. La fidélité test-retest de ces tests est élevée, soit entre .80 et .89.

**ADHD rating scale IV.** *L'ADHD rating scale I* (ARS-IV) a été rempli par le parent de l'enfant (DuPaul et al., 1998). Il mesure les symptômes du TDAH. Le questionnaire comprend une échelle *inattention*, une échelle *hyperactivité/impulsivité* et un score global intégrant les deux échelles. L'échelle *hyperactivité/impulsivité* a servi pour la validité critériée, afin de mesurer l'association entre les résultats au *Hayling Junior* et la présence de comportements d'impulsivité au quotidien. Le questionnaire présente une très bonne fidélité test-retest (c.-à-d., entre .80 et .90) et cohérence interne (c.-à-d., entre .86 et .96; DuPaul et al., 1998; Pappas, 2006).

**Interférence couleur-mot.** Le test *Interférence couleur-mot* mesure l'inhibition et la flexibilité cognitive. Le test comprend quatre conditions (Delis et al., 2001). D'abord dans la condition 1, le participant doit dénommer des couleurs. Dans la condition 2, le participant doit lire des noms de couleurs. Ensuite, dans la condition 3 le participant doit nommer la couleur de l'encre et non lire le mot. Enfin, dans la condition 4, le participant doit alterner entre nommer la couleur de l'encre et lire le mot en fonction d'un indice visuel. Le score de temps de la condition 3, le nombre d'erreurs ainsi que le score contraste de temps entre la condition 3 et la condition 1 ont été utilisés pour la validité convergente. La cohérence interne pour ce test est adéquate (c.-à-d., .70 à .79) et la fidélité test-retest varie de marginale à adéquate (c.-à-d., entre .60 et .79; Strauss et al., 2006).

**Fluence verbale.** Il s'agit d'un test qui mesure la fluence verbale, l'inhibition et la flexibilité cognitive (Delis et al., 2001). Le test comprend trois conditions (c.-à-d., lettres, sémantique et alternance), durant lesquelles le participant doit dire le plus de mots possible durant un délai prédéfini. Le nombre total de mots pour la condition de lettres et pour la condition sémantique ont été utilisés pour la validité convergente. La fidélité test-retest pour ce test varie d'adéquate à élevée (c.-à-d., entre .70 et .89) et la cohérence interne varie de marginale à élevée (c.-à-d., entre .60 et .89; Strauss et al., 2006).

**Tour de Londres-Drexel.** Le test de la *Tour de Londres-Drexel* mesure la planification et la résolution de problème (Culbertson & Zillmer, 2001; Shallice, 1982). Le participant doit reproduire les modèles d'une tour à l'aide de billes de couleur sur des tiges de bois en respectant certaines règles. Le temps d'initiation (c.-à-d., délai avant le premier mouvement, temps pris pour planifier la résolution) et le nombre de bris de règles, qui pour leur part évaluent l'inhibition, ont été utilisés pour la validité convergente. Ce test présente une bonne validité test-retest pour le score total et le score de bris de temps (c.-à-d., .81), mais faible pour les bris de règles (c.-à-d., .41; Culbertson et al., 1997).

**Mémoire spatiale – The Wechsler Intelligence Scale for Children.** Le *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC-IV-Integrated) mesure la mémoire de travail en modalité visuelle et comprend deux conditions (Wechsler, 2004). Dans la première condition, qui mesure l'encodage en mémoire de travail, l'évaluateur pointe des blocs disposés sur une plateforme dans un ordre précis et le participant doit reproduire les séquences dans le même ordre. Dans la seconde condition, qui mesure la manipulation en mémoire de travail, le participant doit reproduire les séquences dans l'ordre inverse. Le score en ordre inverse a été utilisé pour la validité convergente. La cohérence interne et la fidélité test-retest sont adéquates pour ce test (c.-à-d., entre .70 et .79; Strauss et al., 2006).

### Analyses statistiques et prédictions

**Performances au test de Hayling Junior.** L'association entre la performance au *Hayling Junior* et l'âge a été mesurée par des corrélations de Pearson. Il était attendu que les enfants plus âgés commettent moins d'erreurs et aient un contraste de temps de réponse plus court. Pour la relation entre les scores au *Hayling Junior* et le QI verbal et visuel, des corrélations de Pearson ont été employées. Concernant le SSE, seul le niveau d'éducation de la mère et du père a été employé dans les analyses considérant la très faible variabilité du revenu familial annuel brut. Des corrélations de Spearman ont été employées pour mesurer la relation entre les scores au *Hayling Junior* et le niveau d'éducation des parents, puisque le niveau d'éducation est une variable ordinale. Il était attendu que le niveau d'éducation soit corrélé négativement aux scores au *Hayling Junior*. Ensuite, un test-*t* à échantillons indépendants a été conduit afin de vérifier si les scores au *Hayling Junior* étaient différents selon le sexe. Nous nous attendions à l'absence de différence significative entre la performance des filles et celle des garçons. Les normes préliminaires ont été produites et les stratégies les plus fréquemment utilisées dans la condition inhibition ont été recensées. Il était prévu qu'elles soient de nommer un objet

présent dans la pièce ou un mot relié à la phrase précédente (Shallice et al., 2002).

**Fidélité.** Pour la fidélité test-retest, il était attendu que les résultats soient constants dans le temps, c'est-à-dire, que les résultats aux deux temps de mesure soient fortement corrélés entre eux ( $r > .5$ ; Hemphill, 2003). Quant à la cohérence interne, les scores de vitesse et de précision au *Hayling Junior* ne devaient pas varier significativement dans une même condition et l'alpha de Cronbach devait être adéquat ( $\alpha > .70$ ; Peterson, 1995). Enfin, il était attendu que l'accord inter-juge, tel que mesuré par le kappa de Cohen ou le coefficient de corrélation intra-classe, soit également adéquat ( $\kappa > .6$ , ICC  $> .75$ ; Koo & Li, 2016; Landis & Koch, 1977). Pour les scores d'erreur et la classification des réponses dans la condition 2, le Kappa de Cohen a été employé puisque ce sont respectivement des variables ordinale et nominale. Quant au temps de réponse, le coefficient de corrélation intra-classe a été employé puisqu'il s'agit d'une variable continue.

**Validité.** Des corrélations de Pearson ont été faites entre les scores d'erreur de la condition 2 et de contraste de temps de réponse du *Hayling Junior* et les autres instruments de mesure, puisque ce sont les scores qui visent à mesurer l'inhibition. Pour la validité critériée, il était attendu qu'un score plus élevé à l'échelle *Hyperactivité/Impulsivité* du *ARS-IV* soit corrélé à un score d'erreur et un contraste de temps plus élevés au *Hayling Junior*. Pour la validité de construit, il était attendu que des scores d'erreur et de contraste de temps de réponse élevés dans la condition

3 du test *Interférence couleur-mot* soient associés à des scores d'erreur et de contraste de temps de réponse plus élevés au *Hayling Junior*. D'autre part, un nombre de mots total élevé dans la condition de lettre et la condition sémantique au test de *Fluence verbale* devait être associé à un score d'erreur plus faible et un contraste de temps de réponse plus court au *Hayling Junior*. Également, le temps d'initiation à la *Tour de Londres* devait être associé négativement aux scores d'erreur et de contraste de temps au *Hayling Junior*. De plus, il était attendu qu'une augmentation du nombre de bris de règles à la *Tour de Londres* soit associée à une augmentation du score d'erreur et du contraste de temps de réponse au *Hayling Junior*. Enfin, les scores d'erreur et de contraste de temps au *Hayling Junior* devaient être négativement associés à un score en ordre inverse du test de *Mémoire spatiale*.

## Résultats

### Analyses préliminaires

Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel SPSS (version 25). Les statistiques descriptives des variables sont présentées dans le Tableau 1. Les scores bruts des variables ont été utilisés pour les analyses puisque les scores du *Hayling Junior* sont bruts. La normalité des variables a été évaluée à l'aide du test de *Shapiro-Wilk*. Les variables suivantes étaient distribuées normalement : *Hayling Junior* (c.-à-d., temps de réponse condition 1, score d'erreur condition 2), *Fluence verbale* (c.-à-d., total de mots condition de lettres, total de mots condition

Tableau 1

Statistiques descriptives des tests cognitifs et du questionnaire comportemental

	<i>M</i>	<i>É.-T.</i>	<i>Méd.</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
	Scores Bruts				
<i>Hayling Junior</i>					
Condition 1 – Score d'erreur	0.06	0.25	0.00	0.00	1.00
Condition 1 – Temps de réponse (sec.)	8.37	2.21	8.59	4.09	12.65
Condition 2 – Score d'erreur	7.94	3.27	8.00	2.00	15.00
Condition 2 – Temps de réponse (sec.)	46.93	29.67	42.31	15.59	172.80
Contraste de temps de réponse (sec.)	38.57	29.34	34.99	6.40	161.59
<i>WISC-V</i>					
<i>Similitudes</i>	28.47	5.05	27.50	21.00	39.00
<i>Matrices</i>	19.81	2.85	20.00	13.00	26.00
<i>Interférence couleur-mot</i>					
Condition inhibition – Temps (sec.)	79.06	23.25	75.50	43.00	156.00
Inhibition vs dénomination – Temps (sec.)	39.28	18.28	35.00	10.00	103.00
Condition inhibition – Total erreurs	2.88	1.76	2.50	1.00	7.00
<i>Fluence verbale</i>					
Condition de lettres – Total de mots	20.13	7.08	20.00	6.00	35.00
Condition sémantique – Total de mots	35.03	10.15	32.50	9.00	58.00
<i>Mémoire spatiale</i>					
Ordre inverse	6.84	1.74	7.00	3.00	11.00
<i>ARS-IV</i>					
<i>Hyperactivité/Impulsivité</i>	4.63	5.40	3.00	0.00	21.00
<i>Tour de Londres</i>					
Temps d'initiation (sec.)	23.47	11.16	21.00	13.00	61.00
Bris de règles	0.41	0.67	0.00	0.00	2.00

Tableau 2

Coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman entre les scores au Hayling Junior et l'âge, le niveau d'éducation des parents et le QI

	Condition 1 – Temps de ré-	Condition 2 – Score d'erreur	Condition 2 – Temps de réponse (sec.)	Contraste de temps de réponse (sec.)
	<i>r</i>			
Âge	-.39*	.14	-.32	-.23
Similitudes – Score brut	-.62**	.08	-.29	-.18
Matrices – Score brut	-.20	.10	-.14	-.09
	<i>r<sub>s</sub></i>			
Éducation mère	.13	-.10	.08	.06
Éducation père	-.06	-.20	.20	.21

Note. *r* = coefficient de corrélation de Pearson; *r<sub>s</sub>* = coefficient de corrélation de Spearman; \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ .

sémantique), *Mémoire spatiale* (c.-à-d., ordre inverse) et *Matrices et Similitudes*.

Des transformations ont été appliquées aux autres variables afin que la normalité soit respectée. La transformation logarithmique a été appliquée aux variables suivantes : *ARS-IV* (c.-à-d., échelle *Hyperactivité/Impulsivité*), *Interférence couleur-mot* (c.-à-d., temps condition inhibition, temps inhibition vs. dénomination), *Hayling Junior* (c.-à-d., temps de réponse condition 2, contraste de temps de réponse). La transformation inverse a été appliquée à la *Tour de Londres* (c.-à-d., temps d'initiation). Enfin, la transformation de racine carrée a été appliquée aux variables suivantes : *Interférence couleur-mot* (c.-à-d., total erreurs, condition inhibition) et *Tour de Londres* (c.-à-d., bris de règles). Le score d'erreur de la condition 1 du *Test de Hayling Junior* ne respectait pas la normalité à la suite des transformations. Ce score a été retiré des analyses subséquentes puisque la variance était très faible (cf. Tableau 1). Enfin, les données employées pour les analyses de cohérence interne et de fidélité inter-juges n'étaient pas distribuées normalement.

### Performances au Test de Hayling Junior.

**Facteurs sociodémographiques.** Le temps de réponse de la condition 1 était modérément corrélé

avec l'âge et le temps de réponse de la condition 2 était non significativement associé à l'âge (cf. Tableau 2). Une ANOVA à un facteur a été faite pour vérifier si le temps de réponse de la condition 1 et de la condition 2 étaient différents entre les groupes d'âge, considérant les corrélations modérées. Le temps de réponse de la condition 1 diminuait avec l'âge,  $F(4, 27) = 1.70, p = .18$ , de même pour la condition 2,  $F(4, 27) = 1.07, p = .39$ , mais ces résultats n'étaient pas significatifs. De plus, considérant que le potentiel intellectuel moyen des participants était supérieur à la moyenne (cf. Tableau 1), la relation entre cette variable et les scores au *Hayling Junior* a été mesurée à l'aide de corrélations de Pearson (cf. Tableau 2). Le score au test *Similitudes* était fortement corrélé au temps de réponse de la condition 1.

Il n'y avait pas de différence significative entre les filles et les garçons, et ce, pour tous les scores au *Hayling Junior* (c.-à-d., temps de réponse condition 1,  $t(30) = 1.43, p = .6$ , score d'erreur condition 2,  $t(30) = -0.55, p = .59$ , temps de réponse condition 2,  $t(30) = 0.54, p = .59$ , et contraste de temps de réponse  $t(30) = 0.24, p = .81$ ).

**Normes.** Les normes préliminaires pour le *Hayling Junior* ont été produites en percentiles puisque les scores n'étaient pas distribués normalement (cf. Tableau 3). Puisque les scores ne variaient pas

Tableau 3

Normes préliminaires en percentiles pour le Hayling Junior

	Percentiles						
	5	10	25	50	75	90	95
Condition 1 Temps de réponse (sec.)	4.83	5.49	6.82	8.37	9.91	11.24	11.90
Condition 2	2.70	3.68	5.65	7.94	10.23	12.19	13.17
Condition 2 Temps de réponse (sec.)	9048	16.00	42.28	117.89	298.83	622.38	881.08
Contraste de temps de réponse (sec.)	1.01	2.41	11.34	53.25	203.14	563.47	904.78



Tableau 4

Catégories de réponse attribuées lors de la correction selon l'évaluateur

	Évaluateur 1		Évaluateur 2	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C	33	9	30	8
SP	26	7	25	7
SR	9	3	11	3
SV	157	44	157	44
SC	1	0	1	0
NP	36	10	36	10
NI	2	1	2	1
NA	94	26	96	27

*Note.* C = mot qui complète la phrase; SC = mot contraire de celui à inhiber; SP = mot relié sémantiquement au sujet de la phrase; SR = mot relié sémantiquement à la réponse attendue; SV = mot qui complète vaguement la phrase ou qui rend le sens ridicule; NA = aucune des catégories; NI = mot relié sémantiquement à la réponse donnée à l'item précédent; NP = objet dans la pièce.

significativement selon l'âge ou le sexe, les normes n'ont pas été présentées en fonction de ces facteurs. Pour produire les normes des variables transformées (c.-à-d., temps de réponse condition 2 et contraste de temps de réponse), les scores transformés équivalents aux percentiles ont d'abord été établis. Ensuite, la transformation inverse a été appliquée aux scores afin d'obtenir les scores sur l'échelle d'origine.

**Stratégies.** La stratégie la plus fréquemment employée était de nommer un objet dans la pièce (NP; cf. Tableau 4).

#### Fidélité.

**Cohérence interne.** Pour les temps de réponse, la cohérence était faible pour la condition 1,  $\alpha = .66$ , mais adéquate pour la condition 2,  $\alpha = .71$ , et pour le contraste de temps de réponse,  $\alpha = .70$ . Quant au score d'erreur pour la condition 2, la cohérence était faible,  $\alpha = .48$ . L'analyse subséquente des items individuels pour chaque variable montrait une cohérence interne

adéquate lorsque l'item 10 était retiré pour le temps de réponse de la condition 1,  $\alpha = .76$ .

**Fidélité inter-juges.** Un accord élevé a été obtenu pour le score d'erreur,  $\kappa = .95$ ,  $p < .001$ , la classification des réponses,  $\kappa = .97$ ,  $p < .001$ , le temps de réponse de la condition 1, ICC = .77, et le temps de réponse de la condition 2, ICC = .84.

#### Validité.

**Validité critériée.** Les corrélations n'étaient pas significatives entre l'échelle *Hyperactivité/Impulsivité* du *ARS-IV* et les scores au *Hayling Junior* (cf. Tableau 5).

**Validité de construit.** Pour la validité convergente, les corrélations n'étaient pas significatives (cf. Tableau 5), excepté pour le total de mots de la condition de lettres (c.-à-d., *Fluence verbale*) qui était significativement corrélé au contraste de temps de réponse du *Hayling Junior*.

Tableau 5

Coefficients de corrélation de Pearson pour les indices de validité

	Condition 2 – Score d'erreur	Contraste de temps de réponse (sec.)
	<i>r</i>	
<i>ARS</i> : scores bruts		
<i>Hyperactivité/Impulsivité</i>	.20	-.11
Interférence couleur-mot : scores bruts		
Condition inhibition – Temps (sec.)	-.03	.22
Inhibition vs dénomination – Temps (sec.)	-.03	.28
Condition inhibition – Total erreurs	.28	-.28
<i>Fluence verbale</i> : Scores Bruts		
Condition de lettres – Total de mots	-.06	-.39*
Condition sémantique – Total de mots	-.06	-.28
<i>Tour de Londres</i> : scores bruts		
Temps d'initiation	.06	-.02
Bris de règles	-.28	.29
<i>Mémoire spatiale</i> : Scores Bruts		
Ordre inverse	.28	.02

*Note.* \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ .

## Discussion

La présente étude a permis d'étudier la relation entre les scores au *Hayling Junior* et certains facteurs sociodémographiques, ainsi que de produire des normes préliminaires en percentiles. Les stratégies les plus fréquemment utilisées pour répondre dans la condition 2 ont été recensées et les qualités psychométriques du test ont été documentées.

Au regard des facteurs sociodémographiques et des stratégies employées, plusieurs résultats convergent avec ceux présents dans la littérature scientifique, notamment l'absence de différence entre les filles et les garçons (Monnier & Bayard, 2017) et la stratégie plus fréquemment employée pour répondre dans la condition 2, qui est de nommer un objet dans la pièce (Burgess & Shallice, 1997; Clark et al., 2000; Robinson et al., 2015; Shallice et al., 2002; Stedal et al., 2016). Cependant, certains résultats diffèrent de ce qui était attendu, précisément quant à l'âge et au niveau d'éducation des parents.

Il était attendu que les enfants plus âgés aient une meilleure performance que les enfants plus jeunes. De manière cohérente avec la littérature scientifique (Monnier & Bayard, 2017; Pureza et al., 2013; Shallice et al., 2002; Siqueira et al., 2016), nos résultats suggèrent que les enfants plus jeunes ont un temps de réponse plus long dans la condition 1 et dans la condition 2 associé au score d'erreur de la condition 2, alors qu'elle l'était dans les études antérieures (Pureza et al., 2013; Shallice et al., 2002; Siqueira et al., 2016), notamment dans l'étude de Monnier et Bayard (2017) avec la version du *Hayling Junior* utilisée dans notre étude. L'échantillon dans l'étude de Monnier et Bayard (2017) était plus grand et chaque groupe d'âge comptait davantage de participants, ce qui peut expliquer la différence entre leurs résultats et les nôtres.

Il était également attendu que la performance au *Hayling Junior* soit associée au niveau d'éducation des parents, puisque ce facteur était un prédicteur de la performance pour tous les scores au *Hayling Junior* dans une étude au Brésil (Jacobsen et al., 2017). Encore une fois, la différence entre nos résultats et ceux de cette étude pourrait s'expliquer par la taille d'échantillon plus large dans l'étude au Brésil. De plus, la variable du niveau d'éducation des parents présentait peu de variabilité dans notre étude. Il est possible que nous ayons identifié une relation si les différents niveaux d'éducation avaient été représentés de manière plus uniforme.

Concernant le fonctionnement intellectuel, aucune hypothèse n'a été émise considérant le peu de données disponibles dans la littérature scientifique. Une étude documentait le lien entre le QI et les résultats au *Test*

*de Hayling* auprès d'adolescentes âgées de 12 à 17 ans (Stedal et al., 2016). Le QI global n'était pas associé aux scores du *Hayling* selon les résultats de cette étude. Dans notre étude, la performance au *Hayling Junior* n'était pas associée au fonctionnement intellectuel visuel, mais le fonctionnement intellectuel verbal était associé négativement au temps de réponse de la condition 1 et au temps de réponse de la condition 2 (c.-à-d., non significatif) du *Hayling Junior*. Cependant, le QI verbal moyen des participants dans la présente étude était supérieur à la moyenne (c.-à-d., moyenne élevée). Ce QI verbal moyen élevé a pu avoir une incidence sur la corrélation obtenue entre le score au sous-test *Similitudes* et les scores au *Hayling Junior*. Dans la littérature scientifique, l'inhibition n'est généralement pas associée à l'intelligence chez la population adulte (Benedek, 2014; Friedman, 2006; Martin, 2019). Pour la population pédiatrique, les données sont plus limitées. Dans une étude auprès d'enfants d'âge préscolaire (Lee, 2015), le score à une tâche stop-signal était corrélé à une mesure de l'intelligence verbale. Dans une autre étude auprès d'enfants d'âge scolaire (Arffa, 2007), le score de la condition inhibition du test *Interférence couleur-mot*, était associé au QI général (c.-à-d., verbal et visuel).

En ce qui concerne la fidélité, l'accord inter-juges est élevé pour l'ensemble des scores, ce qui est cohérent avec la littérature scientifique et signifie que les résultats obtenus au *Hayling Junior* ne varient pas selon l'évaluateur pour une même performance (Bayard et al., 2017; Pérez-Pérez et al., 2016; Spitoni et al., 2017). Cependant, la cohérence interne est insuffisante pour le temps de réponse de la condition 1 et le score d'erreur de la condition 2. Au contraire, dans les études chez l'adulte la cohérence interne était au moins acceptable pour l'ensemble des scores (Burgess & Shallice, 1997; Hallit et al., 2020; Pérez-Pérez et al., 2016; Spitoni et al., 2017). Cette disparité peut être due aux différences entre les items de la version pour enfants et celle pour adultes. Par ailleurs, lorsque Monnier et Bayard (2017) ont développé la version française du *Hayling Junior* employée dans notre étude, les phrases sélectionnées étaient celles pour lesquelles le mot cible était produit par tous les participants. Il est possible que certains termes moins fréquemment employés au Québec qui se trouvent dans les phrases affectent la cohérence interne. De plus, les données utilisées pour la cohérence interne n'étaient pas distribuées normalement, ce qui a pu affecter les analyses (Sheng & Sheng, 2012).

Pour la validité critériée, les scores au *Hayling Junior* ne sont pas associés à l'échelle d'impulsivité du questionnaire comportemental. Il n'existe pas à notre connaissance d'études mesurant la relation entre le *ARS-IV* et les tests cognitifs. Par contre, plusieurs

études démontrent une faible relation entre les échelles comportementales et les tests cognitifs dans la littérature scientifique (Saunders et al., 2018; Soto et al., 2020). Dans une méta-analyse de Toplak et al. (2013), les échelles qui mesuraient l'impulsivité dans des questionnaires comportementaux étaient faiblement corrélées aux tests mesurant l'inhibition. Les questionnaires mesureraient davantage l'inhibition telle qu'elle se manifeste dans les comportements au quotidien, alors que les tests mesureraient des processus cognitifs précis, ce qui expliquerait les faibles corrélations (Soto et al., 2020; Toplak et al., 2013).

Pour la validité de construit convergente, il était attendu que les scores au *Hayling Junior* soient associés à d'autres tests qui mesurent l'inhibition ou qui mesurent des FE y étant étroitement lié. La majorité des corrélations entre le *Hayling Junior* et les autres tests cognitifs ne sont pas significatives, ce qui est probablement dû à la taille restreinte de l'échantillon. La taille d'effet ainsi que la direction des corrélations pourraient également être affectées par la taille limitée de l'échantillon (Goodwin et Leech, 2006). Ainsi, l'interprétation de ces corrélations doit ici se faire avec prudence.

D'abord, plusieurs de nos résultats suggèrent que le *Test de Hayling* présente une bonne validité de construit, puisque les scores qui mesurent l'inhibition sont associés à d'autres tests qui mesurent ce construit. Notamment, un plus grand nombre de mots produits dans la condition de lettres au test de *Fluence verbale*, qui sollicite l'inhibition (Perret, 1974), est associé à un contraste de temps de réponse plus faible au *Hayling Junior*. Cela semble être également le cas pour la condition sémantique, mais cette relation n'est pas significative. Ces résultats convergent avec ceux de Pureza et al. (2011) obtenus auprès d'enfants âgés de 8 à 12 ans avec le *Hayling Junior* brésilien. Ensuite, nos résultats suggèrent qu'un nombre élevé de bris de règle à la *Tour de Londres*, une mesure d'inhibition (Jacobs & Anderson, 2002), est associé (non significativement) à un contraste de temps de réponse plus élevé au *Hayling Junior*, comme attendu. Également, le score d'erreur du test *Interférence couleur-mot*, qui mesure l'inhibition (Stroop, 1935), est associé positivement (non significativement) au score d'erreur du *Hayling Junior* et les scores de contraste de temps du test *Interférence couleur-mot* et du *Hayling Junior* sont associés positivement (non significativement). Cependant, les scores de contraste du test *Interférence couleur-mot* et du *Hayling Junior* n'étaient pas corrélés ensemble dans une étude auprès d'enfants tunisiens (Bellaj et al., 2016). La divergence des résultats entre notre étude et celle de Bellaj et al. (2016) pourrait s'expliquer par des facteurs culturels. En effet, plusieurs études dans la littérature

scientifique démontrent que la performance aux tests neuropsychologiques et le construit mesuré par ces tests peuvent varier selon la culture (Fasfous et al., 2013; Olson & Jacobson, 2015). De plus, puisque le *Hayling Junior* est un test en modalité verbale, il est possible que la version arabe et la version française ne soient pas parfaitement équivalentes. Par ailleurs, l'échantillon dans l'étude de Bellaj et al. (2016) était de plus grande taille (c.-à-d.,  $n = 120$ ), et il est possible que nous ayons également obtenu une absence de corrélation si notre échantillon avait été plus grand. En effet, dans le même sens que l'étude de Bellaj et al. (2016), plusieurs études démontrent que les tests d'inhibition sont généralement peu corrélés entre eux (Duckworth & Kern, 2011; Hartung et al., 2020).

Ensuite, bien que plusieurs de nos résultats soutiennent la validité de construit du *Hayling Junior*, certains scores au *Hayling Junior* ne sont pas associés à d'autres mesures de l'inhibition ou de la mémoire de travail dans notre étude. En effet, les scores au *Hayling Junior* et le temps d'initiation de la *Tour de Londres*, qui est une mesure d'inhibition, ne sont pas corrélés ensemble. Au contraire, dans la littérature scientifique, le score d'erreur de la condition 2 du *Test de Hayling* était corrélé au temps d'initiation de la *Tour de Londres* chez de jeunes adultes (Andrés & Van der Linden, 2000). Il est possible que la différence entre les enfants et les adultes explique la divergence entre nos résultats et ceux obtenus par Andrés et Van der Linden (2000). De manière similaire à nos résultats, le score d'erreur au test *Interférence couleur-mot*, qui mesure aussi l'inhibition, n'était pas corrélé au temps d'initiation de la *Tour de Londres* chez l'enfant (Albert & Steinberg, 2011). Cependant, dans une autre étude chez l'enfant, le temps d'initiation de la *Tour de Londres* était associé à la performance au test *Antisaccade*, qui mesure l'inhibition motrice (Asato et al., 2006). Ainsi, il se peut que chez l'enfant le temps d'initiation de la *Tour de Londres* mesure davantage l'inhibition motrice, alors que le *Test de Hayling* mesure davantage l'inhibition en modalité verbale. Également, il est possible que le temps d'initiation ait été davantage associé aux capacités de planification plutôt que d'inhibition dans notre étude. En ce sens, un temps d'initiation plus rapide indiquerait de meilleures capacités de planification, plutôt que la présence d'impulsivité, puisque les enfants auraient besoin de moins de temps pour planifier la résolution du problème. D'autre part, l'absence de corrélation entre le *Hayling Junior* et le test de *Mémoire Spatiale*, qui mesure la mémoire de travail, n'était pas attendue. Au contraire, dans les modèles développementaux des FE, l'inhibition et la mémoire de travail sont étroitement liées (Diamond, 2006). Plusieurs études démontrent que l'inhibition et plus précisément le contrôle de

l'interférence sont corrélés à la mémoire de travail chez l'enfant et l'adolescent (Canet Juric et al., 2015; Engel de Abreu et al., 2014; Palladino et Ferrari, 2013). De plus, la performance au *Hayling Junior* était corrélée à une tâche de mémoire de travail visuelle chez l'enfant dans une étude antérieure au Brésil (Pureza et al., 2011) et le score de contraste de temps était corrélé au score inverse du test de *Mémoire spatiale* dans une étude tunisienne (Bellaj et al., 2016). Il est possible encore une fois que des aspects culturels et la taille d'échantillon, qui était supérieure dans ces études (c.-à-d.,  $n = 59$  et  $n = 120$ ), expliquent la différence entre nos résultats et les leurs.

Enfin, certains résultats sont inverses à ce qui était attendu. Nos résultats suggèrent non significativement que les enfants qui font plus d'erreurs au test *Interférence couleur-mot* ont un contraste de temps de réponse plus court au *Hayling Junior*. De plus, nos résultats suggèrent qu'un nombre plus élevé de bris de règles serait associé (non significativement) à moins d'erreurs au *Hayling Junior*. Les participants ont commis peu d'erreurs au test *Interférence couleur-mot* et de bris de règle à la *Tour de Londres*, la variabilité de ces scores est donc très faible, ce qui a pu affecter la direction de la corrélation. D'autre part, pour le score d'erreur du test *Interférence couleur-mot*, il est possible que les participants se soient ralentis pour ne pas faire d'erreur dans le *Hayling Junior* et dans le test *Interférence couleur-mot*. Une tendance à privilégier la précision au détriment de la vitesse expliquerait qu'un moins grand nombre d'erreurs au test *Interférence couleur-mot* soit associé à un plus long contraste de temps de réponse au *Hayling Junior*. En ce sens, l'ajout d'un score qui permet de pondérer une performance durant laquelle la précision serait privilégiée au détriment de la vitesse ou inversement pourrait être pertinent, comme dans le test *Inhibition* de la *NEPSY-II* (Miller, 2010).

En somme, nos résultats suggèrent que les scores mesurant l'inhibition au *Hayling Junior* sont associés à d'autres tests qui mesurent l'inhibition : la *Fluence verbale*, le test *Interférence couleur-mot* et le nombre de bris de règles de la *Tour de Londres*. Toutefois, l'inhibition telle que mesurée par le *Hayling Junior* n'est pas corrélée à l'inhibition mesurée par le temps d'initiation dans la *Tour de Londres*. Les scores au *Hayling Junior* ne sont pas non plus corrélés à la mémoire de travail, contrairement à ce qui était attendu.

Notre étude est la première à notre connaissance qui mesure exhaustivement plusieurs types de validité et de fidélité pour le *Hayling Junior* chez une population pédiatrique. C'est aussi la première étude préliminaire de validation et normalisation pour le *Hayling Junior* au Québec. Le développement

éventuel de normes pour cet outil au cours d'études ultérieures et auprès d'un plus large échantillon, sera utile auprès des cliniciens, leur donnant ainsi un outil supplémentaire pour mesurer l'inhibition. L'objectif de la présente étude préliminaire répond au manque de normes développées auprès de la population québécoise. En effet, les normes employées en neuropsychologie proviennent majoritairement des États-Unis ou de l'Europe et ne sont pas adaptées à notre population, ce qui affecte la qualité et la justesse des interprétations faites à partir des résultats au test. Il est donc important d'avoir conscience de ces limites et d'y remédier en faisant usage de jugement clinique ou en utilisant des tests complémentaires pour étayer les interprétations des résultats obtenus.

En raison de sa nature préliminaire, la présente étude comprend quelques limites. Bien que l'échantillon soit composé presque également de filles et de garçons dans chaque groupe d'âge, une majorité des enfants étaient âgés de 8 ans. D'autre part, la taille restreinte de l'échantillon a pu affecter la puissance statistique et peut expliquer la non significativité de plusieurs résultats. De plus, la taille d'échantillon diminue la représentativité des normes. La représentativité peut être aussi affectée par le biais d'échantillonnage. En effet, la majorité des participants ont été recrutés dans le même camp de jour et ils risquent d'être peu représentatifs de l'ensemble des enfants québécois. D'autre part, la majorité des participants proviennent de Montréal ou de Laval et ont un revenu familial annuel brut élevé, ce qui diminue également la représentativité de l'échantillon et la généralisation des résultats à l'ensemble des enfants québécois. De plus, le revenu familial annuel brut n'a pas été inclus dans les analyses comme indice du SSE en raison de la très faible variabilité de cette variable. Ainsi, seul le niveau d'éducation des parents a été considéré. Cependant, la mesure du SSE s'appuyant uniquement sur le niveau d'éducation des parents n'apparaît pas comme une limite dans la présente étude. En effet, dans les études antérieures portant sur le *Hayling Junior*, le niveau d'éducation des parents était employé comme mesure du SSE. De plus, dans la littérature scientifique, le niveau d'éducation des parents est un important prédicteur du SSE parmi les composants ou indices qui sont employés (Calvo et Bialystok, 2014; Lawson et al.; Mistry et al., 2008).

D'autre part, le potentiel intellectuel moyen des participants était plus élevé que la moyenne dans notre étude. Ainsi, dans une étude future, il serait souhaitable d'assurer une meilleure représentativité du QI verbal, avec une plus grande variabilité des scores. Ceci permettra une généralisation des résultats à une plus large population, mais permettra également d'étudier le lien entre le *Hayling Junior* et les

habiletés langagières. En plus de cibler une plus grande variabilité du QI verbal, il est recommandé de poursuivre le recrutement dans différentes régions afin d'augmenter la représentativité et d'obtenir un échantillon plus grand avec davantage d'enfants dans chaque catégorie d'âge. L'utilisation de normes non représentatives de la population, c'est-à-dire n'ayant pas les mêmes caractéristiques sociodémographiques ou de normes qui proviennent d'un échantillon de taille restreinte, peut mener à des interprétations diagnostiques erronées (Fernandez et Marcopulos, 2008).

### Conclusion

Cette étude contribue au développement des normes québécoises pédiatriques et apporte des données préliminaires de validité pour le *Hayling Junior*. Le *Hayling Junior* permet aux cliniciens d'évaluer l'inhibition verbale et permet aux chercheurs de mieux documenter le développement et la structure de l'inhibition auprès de la population pédiatrique. Le *Hayling Junior* présente une bonne fidélité inter-juges, toutefois, la cohérence interne et test-retest demeurent à investiguer davantage. Des normes préliminaires et des données sur la validité de l'outil ont été présentées. D'autres études demeurent nécessaires, avec un plus grand échantillon et des participants provenant de milieux plus diversifiés, afin de documenter davantage les propriétés psychométriques de l'outil et produire des normes plus représentatives de la population québécoise. Les normes pour les tests utilisés au Québec proviennent fréquemment d'ailleurs et ne sont pas adaptées à notre population. Or, il est important que les cliniciens puissent se fier à des normes valides et représentatives de la population lors de leurs évaluations. Autrement, la validité des conclusions ou des diagnostics émis à l'aide de ces normes peut être compromise.

### Références

- Adams, N. C., & Jarrold, C. (2012). Inhibition in autism: Children with autism have difficulty inhibiting irrelevant distractors but not prepotent responses. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*, 1052-1063. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1345-3>
- Albert, D., & Steinberg, L. (2011). Age differences in strategic planning as indexed by the Tower of London. *Child Development*, *82*, 1501-1517. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01613.x>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Pub.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, *8*, 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Andrés, P., & Van der Linden, M. (2000). Age-related differences in supervisory attentional system functions. *The Journals of Gerontology: Series B*, *55*, 373-380. <https://doi.org/10.1093/geronb/55.6.P373>
- Araújo, S., Pacheco, A., Faisca, L., Petersson, K. M., & Reis, A. (2010). Visual rapid naming and phonological abilities: Different subtypes in dyslexic children. *International journal of Psychology*, *45*, 443-452. <https://doi.org/10.1080/0207594.2010.499949>
- Arffa, S. (2007). The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *22*, 969-978. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.001>
- Asato, M. R., Sweeney, J. A. & Luna, B. (2006). Cognitive processes in the development of TOL performance. *Neuropsychologia*, *44*, 2259-2269. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.05.010>
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, *20*, 136-140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Bari, A. & Robbins, T. W. (2013). Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, *108*, 44-79. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2013.06.005>
- Barkley, R. A. (1999). Response inhibition in attention-deficit hyperactivity disorder. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, *5*, 177-184. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2779\(1999\)5:3<177::AID-MRDD3>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2779(1999)5:3<177::AID-MRDD3>3.0.CO;2-G)
- Bayard, S., Gely-Nargeot, M. C., Raffard, S., Guerdoux-Ninot, E., Kamara, E., Gros-Balthazard, F., Jacus, J. P., Moroni, C., & College des Psychologues Cliniciens specialises en Neuropsychologie du Languedoc. (2017). French version of the Hayling Sentence Completion Test, Part I: Normative data and guidelines for error scoring. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *32*, 585-591. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx010>
- Bellaj, T., Salhi, I., Le Gall, D., & Roy, A. (2016). Development of executive functioning in school-age Tunisian children. *Child Neuropsychology*, *22*, 919-954. <https://doi.org/10.1080/09297049.2015.1058349>
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, *46*, 73-83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>
- Bernier, A., Carlson, S. M., & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children's executive

- functioning. *Child Development*, 81, 326-339. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01397.x>
- Brooks, B. L., Sherman, E. M. S., Iverson, G. L., Slick, D. J., & Strauss, E. (2011). Psychometric foundations for the interpretation of neuropsychological test results. *The Little Black Book of Neuropsychology: A Syndrome-Based Approach*, 893-922. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-76978-3\\_31](https://doi.org/10.1007/978-0-387-76978-3_31)
- Brydges, C. R., Reid, C. L., Fox, A. M., & Anderson, M. (2012). A unitary executive function predicts intelligence in children. *Intelligence*, 40, 458-469. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.intell.2012.05.006>
- Burgess, P., & Shallice, T. (1996). Response suppression, initiation and strategy use following frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 34, 263-272. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00104-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00104-2)
- Burgess, P. et Shallice, T. (1997). The hayling and brixton tests.
- Calvo, A., & Bialystok, E. (2014). Independent effects of bilingualism and socioeconomic status on language ability and executive functioning. *Cognition*, 130, 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.11.015>
- Canet Juric, L., Laura Andrés, M., Graziella Mascarello, S. D., & Burin, D. (2015). Role of inhibitory functions in working memory: Evidence in children and adolescents. *Pensamiento Psicológico*, 13, 109-121. <https://doi.org/10.11144/JAVERIANACALI.PPSI13-2.RFIM>
- Clark, C., Prior, M., & Kinsella, G. J. (2000). Do executive function deficits differentiate between adolescents with ADHD and oppositional defiant/conduct Disorder? A neuropsychological study using the Six Elements Test and Hayling Sentence Completion Test. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28, 403-414. <https://doi.org/10.1023/a:1005176320912>
- Colombo, F., Amieva, H., Lecerf, T., & Verdon, V. (2016). La norme en neuropsychologie, un concept à facettes multiples. *Revue de neuropsychologie*, 8, 61-69. <https://doi.org/10.1684/nrp.2016.0365>
- Culbertson, W., Zillmer, E., Panchal, P., & Giordano, H. (1997). Preliminary childhood norms for the TOLDX. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 4, 304-305. <https://doi.org/10.1093/arclin/12.4.304>
- Culbertson, W. C., & Zillmer, E. (2001). Tower of London-Drexel University (TOLDX). Multi-Health Systems.
- de Sousa Siqueira, L., Scherer, L. C., Reppold, C. T., & Fonseca, R. P. (2010). Hayling Test - adult version: Applicability in the assessment of executive functions in children. *Psychology & Neuroscience*, 3, 189-194. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2010.2.008>
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). Delis-Kaplan executive function system: Technical manual: Psychological Corporation.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change*, 210, 70-95. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Disselhoff, V., Jakab, A., Schnider, B., Latal, B., Wehrle, F., & Haggmann, C. (2020). Inhibition is associated with whole-brain structural brain connectivity on network level in school-aged children born very preterm and at term. *Neuroimage*, 116937. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116937>
- Duckworth, A. L., & Kern, M. L. (2011). A meta-analysis of the convergent validity of self-control measures. *Journal of research in personality*, 45, 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2011.02.004>
- DuPaul, G. J., Power, T. J., Anastopoulos, A. D., & Reid, R. (1998). ADHD Rating Scale—IV: Checklists, norms, and clinical interpretation. Guilford Press.
- Engel de Abreu, P. M., Abreu, N., Nikaedo, C. C., Puglisi, M. L., Tourinho, C. J., Miranda, M. C., Befi-Lopes, D. M., Bueno, O. F., & Martin, R. (2014). Executive functioning and reading achievement in school: A study of Brazilian children assessed by their teachers as “poor readers”. *Frontiers in Psychology*, 5, 550. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00550>
- Er-Rafiqi, M., Roukoz, C., Le Gall, D., & Roy, A. (2017). Executive functions in children: Development, cultural influences and clinical perspectives. *Revue de neuropsychologie*, 9, 27-34. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Farah, M. J., Shera, D. M., Savage, J. H., Betancourt, L., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., Malmud, E. K., & Hurt, H. (2006). Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain research*, 1110, 166-174. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.06.072>
- Fasfous, A. F., Hidalgo-Ruzzante, N., Vilar-López, R., Catena-Martínez, A., & Pérez-García, M. (2013). Cultural differences in neuropsychological abilities required to perform intelligence tasks. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 28, 784-790. <https://doi.org/10.1093/arclin/act074>
- Fernandez, A. L., & Marcopulos, B. A. (2008). A comparison of normative data for the Trail Making Test from several countries: Equivalence of norms and considerations for interpretation. *Scandinavian journal of psychology*, 49, 239-246. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2008.00637.x>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of*

- Experimental Psychology: General*, 133, 101-135. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17, 172-179. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x>
- Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., DeFries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 201-225. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.137.2.201>
- Goodwin, L. D., & Leech, N. L. (2006). Understanding correlation: Factors that affect the size of  $r$ . *The Journal of Experimental Education*, 74, 249-266. <https://doi.org/10.3200/JEXE.74.3.249-266>
- Hallit, S., Boutros, S., Hachem, E., Matar, J., & Matar, H. (2020). Arabic version of the Hayling sentence completion test: Validation and factors associated with executive functions in a sample of the Lebanese adults. *Research Square*, 1-24. <https://doi.org/10.21203/rs.2.21399/v1>
- Happé, F., Booth, R., Charlton, R., & Hughes, C. (2006). Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: Examining profiles across domains and ages. *Brain and Cognition*, 61, 25-39. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.03.004>
- Hartung, J., Engelhardt, L. E., Thibodeaux, M. L., Harden, K. P., & Tucker-Drob, E. M. (2020). Developmental transformations in the structure of executive functions. *Journal of experimental child psychology*, 189, 104681. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104681>
- Hemphill, J. F. (2003). Interpreting the magnitudes of correlation coefficients. *American Psychologist*, 58, 78-79. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.58.1.78>
- Hosenbocus, S., & Chahal, R. (2012). A review of executive function deficits and pharmacological management in children and adolescents. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 21, 223. <https://doi.org/10.1093/arcin/acz044>
- Jacobs, R., & Anderson, V. (2002). Planning and problem solving skills following focal frontal brain lesions in childhood: Analysis using the Tower of London. *Child Neuropsychology*, 8, 93-106. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.93.8726>
- Jacobsen, G. M., de Mello, C. M., Kochhann, R., & Fonseca, R. P. (2017). Executive functions in school-age children: Influence of age, gender, school type and parental education. *Applied Cognitive Psychology*, 31, 404-413. <https://doi.org/10.1002/acp.3338>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15, 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Lawson, G. M., Hook, C. J., Hackman, D. A., Farah, M. J., Griffin, J. A., Freund, L. S., & McCardle, P. (in press). Socioeconomic status and neurocognitive development: Executive function. In Griffin, J., McCardle, P., Freund, L. (Eds.), *Executive Function in Preschool Age Children: Integrating Measurement*. Neurodevelopment and Translational Research.
- Lambek, R., & Shevlin, M. (2011). Working memory and response inhibition in children and adolescents: Age and organization issues. *Scandinavian journal of psychology*, 52, 427-432. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2011.00899.x>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development*, 84, 1933-1953. <https://doi.org/10.1111/cdev.12096>
- Lee, H. W., Lo, Y.-H., Li, K.-H., Sung, W.-S., & Juan, C.-H. (2015). The relationship between the development of response inhibition and intelligence in preschool children. *Frontiers in psychology*, 6, 802. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00802>
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21, 59-80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Martin, A., Barker, M., Gibson, E., & Robinson, G. (2019). Response initiation and inhibition and the relationship with fluid intelligence across the adult lifespan. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 36, 231-242. <https://doi.org/10.1093/arcin/acz044>
- Mezzacappa, E. (2004). Alerting, orienting, and executive attention: Developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Development*, 75, 1373-1386. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00746.x>
- Miller, D. (2010). How to report and interpret the NEPSY-II scores within a school neuropsychological framework. *Nepsy-II*, 1-25. <https://www.txasp.org/assets/conference-materials/2015/nepsy2interpretguide3.pdf>
- Miller, M. R., Giesbrecht, G. F., Müller, U., McInerney, R. J., & Kerns, K. A. (2012). A latent variable approach to determining the structure of executive function in preschool children. *Journal of Cognition and Development*, 13, 395-423. <https://doi.org/10.1080/15248372.2011.585478>
- Mistry, R. S., Biesanz, J. C., Chien, N., Howes, C., & Benner, A. D. (2008). Socioeconomic status,

- parental investments, and the cognitive and behavioral outcomes of low-income children from immigrant and native households. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, 193-212. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2008.01.002>
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21, 8-14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W. M., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 2693-2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Monette, S., Bigras, M., & Lafrenière, M.-A. (2015). Structure of executive functions in typically developing kindergarteners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 140, 120-139. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.005>
- Monnier, C., & Bayard, S. (2017). Adaptation et validation française du test de Hayling pour des enfants d'âge scolaire. <https://www.researchgate.net/publication/317769293>  
Adaptation\_ et\_ validation\_ francaise\_ du\_ test\_ de\_ Hayling\_ pour\_ des\_ enfants\_ d'age\_ scolaire
- Morand-Beaulieu, S., Grot, S., Lavoie, J., Leclerc, J. B., Luck, D., & Lavoie, M. E. (2017). The puzzling question of inhibitory control in Tourette syndrome: A meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80, 240-262. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.05.006>
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126, 220-246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.2.220>
- Noble, K. G., McCandliss, B. D., & Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 10, 464-480. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x>
- Olson, K., & Jacobson, K. (2015). Cross-cultural considerations in pediatric neuropsychology: A review and call to attention. *Applied Neuropsychology: Child*, 4, 166-177. <https://doi.org/10.1080/21622965.2013.830258>
- Palladino, P., & Ferrari, M. (2013). Interference control in working memory: Comparing groups of children with atypical development. *Child Neuropsychology*, 19, 37-54. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.633505>
- Pappas, D. (2006). ADHD Rating Scale-IV: Checklists, norms, and clinical interpretation. *Journal of psychoeducational assessment*, 24, 172-178. <https://doi.org/10.1177/0734282905285792>
- Pérez-Pérez, A., Matias-Guiu, J. A., Cáceres-Guillén, I., Rognoni, T., Valles-Salgado, M., Fernández-Matarrubia, M., Moreno-Ramos, T., & Matias-Guiu, J. (2016). The Hayling Test: Development and normalization of the Spanish version. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31, 411-419. <https://doi.org/10.1093/arclin/acw027>
- Perret, E. (1974). The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia*, 12, 323-330. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(74\)90047-5](https://doi.org/10.1016/0028-3932(74)90047-5)
- Peterson, R. A. (1995). Une méta-analyse du coefficient alpha de Cronbach. *Recherche et Applications en Marketing (French Edition)*, 10, 75-88. <https://doi.org/10.1177/076737019501000204>
- Pievsky, M. A., & McGrath, R. E. (2018). The neurocognitive profile of attention-deficit/hyperactivity disorder: A review of meta-analyses. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 33, 143-157. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx055>
- Pureza, J. R., Gonçalves, H. A., Branco, L., Grassi-Oliveira, R., & Paz Fonseca, R. (2013). Executive functions in late childhood: Age differences among groups. *Psychology and Neuroscience*, 6, 79-88. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2013.1.12>
- Pureza, J. R., Jacobsen, G. M., Oliveira, R. G., & Fonseca, R. P. (2011). Relationships between executive functions tasks in late childhood. *Psychology and Neuroscience*, 4, 369-376. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2011.3.010>
- Rahmi, I., & Wimbarti, S. (2018). Inhibition in ADHD and non-ADHD children ages 6-12 years. *International Journal of Research Studies in Psychology*, 7, 73-85. <https://doi.org/10.5861/ijrsp.2018.2008>
- Rhoades, B. L., Greenberg, M. T., & Domitrovich, C. E. (2009). The contribution of inhibitory control to preschoolers' social-emotional competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30, 310-320. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2008.12.012>
- Rhoades, B. L., Greenberg, M. T., Lanza, S. T., & Blair, C. (2011). Demographic and familial predictors of early executive function development: Contribution of a person-centered perspective. *Journal of experimental child psychology*, 108, 638-662. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.004>
- Robinson, G. A., Cipolotti, L., Walker, D. G., Biggs, V., Bozzali, M., & Shallice, T. (2015). Verbal



- suppression and strategy use: A role for the right lateral prefrontal cortex? *Brain*, 138, 1084-1096. <https://doi.org/10.1093/brain/awv003>
- Sarsour, K., Sheridan, M., Jutte, D., Nuru-Jeter, A., Hinshaw, S., & Boyce, W. T. (2011). Family socioeconomic status and child executive functions: The roles of language, home environment, and single parenthood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 120-132. <https://doi.org/10.1017/S1355617710001335>
- Sartori, R. F., Valentini, N. C., & Fonseca, R. P. (2020). Executive function in children with and without developmental coordination disorder: A comparative study. *Child: Care, Health and Development*, 46, 294-302. <https://doi.org/10.1111/cch.12734>
- Saunders, B., Milyavskaya, M., Etz, A., Randles, D., & Inzlicht, M. (2018). Reported self-control is not meaningfully associated with inhibition-related executive function: A Bayesian analysis. *Collabra: Psychology*, 4, 39. <https://doi.org/10.1080/00207594.2010.499949>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 298, 199-209. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
- Shallice, T., Marzocchi, G. M., Coser, S., Del Savio, M., Meuter, R. F., & Rumiat, R. I. (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, 21, 43-71. [https://doi.org/10.1207/s15326942dn2101\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326942dn2101_3)
- Sheng, Y., & Sheng, Z. (2012). Is coefficient alpha robust to non-normal data? *Frontiers in psychology*, 3, 34. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00034>
- Sinopoli, K. J., & Dennis, M. (2012). Inhibitory control after traumatic brain injury in children. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 30, 207-215. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2011.08.006>
- Siqueira, L. d. S., Gonçalves, H. A., Hübner, L. C., & Fonseca, R. P. (2016). Development of the Brazilian version of the Child Hayling Test. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*, 38, 164-174. <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2016-0019>
- Soto, E. F., Kofler, M. J., Singh, L. J., Wells, E. L., Irwin, L. N., Groves, N. B., & Miller, C. E. (2020). Executive functioning rating scales: Ecologically valid or construct invalid? *Neuropsychology*, 34, 605-619. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/neu0000681>
- Spitoni, G. F., Bevacqua, S., Cerini, C., Ciurli, P., Piccardi, L., Guariglia, P., Pezzuti, L., & Antonucci, G. (2017). Normative data for the Hayling and Brixton tests in an Italian population. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 33, 466-476. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx072>
- Stedal, K., Rose, M., Jonsson, R., Harvey, L., & Lask, B. (2016). Female adolescents' performance on the Hayling Test. *Psychology and Neuroscience*, 9, 255-266. <https://doi.org/10.1037/pne0000056>
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. American Chemical Society.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54, 131-143. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12001>
- Vestberg, S., Nordström, E. B., Waldö, M. L., Nilsson, K., Santillo, A. F., & Nilsson, C. (2019). Swedish version of the Hayling test: Clinical utility in frontotemporal dementia syndromes. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 25, 195-203. <https://doi.org/10.1017/S1355617718001030>
- Volle, E., de Lacy Costello, A., Coates, L. M., McGuire, C., Towgood, K., Gilbert, S., Kinkingnehun, S., McNeil, J. E., Greenwood, R., & Papps, B. (2012). Dissociation between verbal response initiation and suppression after prefrontal lesions. *Cerebral Cortex*, 22, 2428-2440. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr322>
- Wechsler, D. (2015). *Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants – cinquième édition : version francophone du Canada (WISC-V CDN-F)*. Pearson Canada Assessment, Inc.
- Wechsler, D., Kaplan, E., Fein, D., Kramer, J., Morris, R., Delis, D., & Maerlander, A. (2004). *WISC-IV Integrated*. Wechsler Intelligence Scale for Children.

---

Received March 20, 2021

Revision received May 2, 2021

Accepted October 7, 2021 ■