



Master

2014

Open Access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Les fluctuations dans les épreuves de vitesse de traitement du WISC-IV
sont-elles liées aux capacités cognitives ?

Hauser, Valérie Sandrine

How to cite

HAUSER, Valérie Sandrine. Les fluctuations dans les épreuves de vitesse de traitement du WISC-IV sont-elles liées aux capacités cognitives ? Master, 2014.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:38967>

**Les fluctuations dans les épreuves de vitesse de traitement du WISC-IV
sont-elles liées aux capacités cognitives?**

**MEMOIRE REALISE EN VUE DE L'OBTENTION DU
MASTER EN PSYCHOLOGIE**

ORIENTATIONS

*PSYCHOLOGIE CLINIQUE
PSYCHOLOGIE DEVELOPPEMENTALE*

PAR

Valérie Hauser

DIRECTEUR DU MEMOIRE

Thierry Lecerf

JURY

Thierry Lecerf

Nicolas Favez

Sotta Kieng

GENEVE Juin 2014

**UNIVERSITE DE GENEVE
FACULTE DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'EDUCATION
SECTION PSYCHOLOGIE**

RESUME

La recherche en psychologie cognitive indique qu'il existe une corrélation entre les capacités cognitives et des mesures de vitesse de traitement.

Or, la mesure globale de la vitesse de traitement dans le WISC-IV ne permet pas d'établir une telle relation. Nous postulons qu'une mesure plus sensible des performances par tranches de 30 secondes permettrait de faire le lien avec les capacités cognitives.

Nous souhaitons évaluer, auprès de 199 enfants de 7 à 11.5 ans, si les fluctuations par tranches de 30 secondes dans les épreuves de vitesse de traitement Code et Symboles sont en relation avec le QIT.

Nous postulons que ces fluctuations sont corrélées au QIT, ainsi qu'à IRP, mais pas avec ICV. Nous nous attendons aussi à ce que les enfants présentant les meilleures capacités cognitives montrent une augmentation de la vitesse de traitement au cours du temps, et que ceux présentant un niveau cognitif « moyen » ou inférieur restent stables.

Les résultats montrent que nos deux hypothèses ne sont pas vérifiées. La mesure des performances par tranches de 30 secondes semble être un mythe.

REMERCIEMENTS

Avant l'introduire mon travail, je tiens à remercier les personnes qui ont participé à son élaboration.

Je tiens en premier lieu à remercier Thierry Lecerf, Directeur de ce mémoire. À l'écoute de mes interrogations, il m'a apportée son soutien au fil de ma recherche. Ses commentaires ont contribué à améliorer la qualité de ce mémoire.

Je veux également apporter mes remerciements à Sotta Kieng et à Nathalie Scherrer, assistantes de Thierry Lecerf, avec qui j'ai pu administrer le WISC-IV à certains enfants dans les écoles. Fines expérimentatrices, elles ont pu me transmettre leurs connaissances et savoir-faire dans l'administration de cette échelle d'intelligence.

Je remercie les directeurs des établissements, les enseignants, ainsi que parents pour avoir donné leur autorisation pour administrer le WISC-IV aux enfants au sein de leur établissement scolaire. Mes remerciements si dirigent bien entendu aussi envers les enfants qui se sont montrés plein de bonne volonté, intéressés et motivés à participer à cette recherche et qui ont accepté d'être évalués au niveau de leurs compétences cognitives.

Enfin, je remercie Thierry Lecerf, Nicolas Favez et Sotta Kieng de faire partie du jury de ce mémoire de recherche et de participer à ma soutenance.

Table des matières

Introduction	5
Partie théorique	7
A. Les capacités cognitives.....	7
I. Les différents types d'intelligence.....	7
II. L'intelligence fluide et l'intelligence cristallisée.....	9
III. L'évaluation de l'intelligence.....	9
IV. L'approche processuelle.....	12
1. Définition et intérêts	12
2. L'approche processuelle dans le WISC-IV	13
B. Les différences interindividuelles et développementales dans l'intelligence fluide.....	15
I. La mémoire de travail.....	15
1. Définition	15
2. Relation entre la mémoire de travail et les capacités cognitives.....	16
II. La vitesse de traitement.....	17
1. Définition	17
2. Temps de réaction	19
3. Temps d'inspection.....	20
4. Relation entre les indices de vitesse de traitement et les capacités cognitives	20
III. Vitesse de traitement, mémoire de travail et intelligence	21
C. La vitesse de traitement	22
I. Vitesse de traitement et WISC-IV.....	22
II. Vitesse de traitement, WISC-IV et enfants à haut potentiel intellectuel (HPI)	23
1. Définition et évaluation des enfants HPI	23
2. Profils cognitifs des enfants HPI.....	24
III. Vitesse de traitement et capacités cognitives	25
1. Comment expliquer les discordances dans les profils cognitifs des enfants HPI ?	25
2. De la variabilité interindividuelle à la variabilité intra-individuelle.....	27
3. Découpage par tranches de 30 secondes.....	28
4. Recherches empiriques sur le découpage des subtests Code et Symboles par tranches de 30 secondes	30
D. Hypothèses théoriques.....	33
I. Hypothèse 1 : Corrélation entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et les indices du WISC-IV.....	33
1. Corrélation ente la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et les capacités cognitives générales	33
2. Corrélations entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et l'intelligence fluide et cristallisée	34

II. Hypothèse 2 : Relation entre les profils de variations intra-individuelles de la vitesse de traitement et les capacités cognitives générales	35
Partie expérimentale.....	36
A. Méthodologie	36
I. Échantillon.....	36
1. Matériel : le WISC-IV	36
2. Les subtests du WISC-IV	36
(1) Le subtest Similitudes.....	37
(2) Le subtest Vocabulaire	38
(3) Le subtest Compréhension.....	38
(4) Le subtest Cubes.....	39
(5) Le subtest Identification de concepts	40
(6) Le subtest Matrices.....	40
(7) Le subtest Mémoire des chiffres.....	41
(8) Le subtest Séquence lettres-chiffres	42
(9) Le subtest Code.....	42
(10) Le subtest Symboles	43
(11) Le subtest Complètement d'images	45
3. Administration	45
II. Procédure.....	45
1. Démarches préalables et administration du WISC-IV	45
2. Analyse des données	46
1. Analyse de la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement	46
(1) Analyse des corrélations	47
(a) Corrélations entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et le QIT.....	47
(b) Corrélations entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et les indices IRP et ICV.....	47
(2) Analyse des profils de variations de la performance en vitesse de traitement	47
B. Hypothèses opérationnelles	50
I. Hypothèse 1 : Corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les indices du WISC-IV.....	50
1. Corrélation en l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et le QIT	50
2. Corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les indices IRP et ICV.....	50
II. Hypothèse 2 : Profils de variations des performances en vitesse de traitement	50
C. Résultats.....	52
I. Analyses descriptives.....	52
II. Corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les indices du WISC-IV.....	53

1. Écart-type intra-individuel de vitesse de traitement et QIT	53
(1) Subtest Code	53
(2) Subtest Symboles.....	53
2. Écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les indices ICV, IRP, IMT et IVT.....	54
(1) Subtest Code	54
(2) Subtest Symboles.....	54
III. Profils de variations de la performance en vitesse de traitement.....	55
1. Subtest Code	55
2. Subtest Symboles.....	56
3. Enfants HPI.....	57
Discussion	59
Conclusion	64
Références	68
Annexes.....	74

INTRODUCTION

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une recherche financée par le Fond National Suisse, qui vise à évaluer la stabilité des indices du WISC-IV à travers le temps. Il s'agit donc d'une recherche longitudinale menée sur trois ans, constituée d'un plan expérimental déjà établi et approuvé par des experts. À l'intérieur de cette recherche, notre étude s'intéresse aux liens entre la vitesse de traitement et les capacités cognitives. Nous souhaitons déterminer s'il existe un lien entre les fluctuations des performances dans les épreuves de la vitesse de traitement (épreuves Code et Symboles) du WISC-IV et les capacités cognitives (score global).

Pour cela, notre recherche s'articule autour de deux axes principaux : une partie théorique qui parcourt l'état actuel de la littérature scientifique en rapport à notre problématique, et une partie expérimentale qui vise à tester de manière empirique les hypothèses que nous proposons. Dans notre première partie, nous allons nous intéresser à définir le concept d'intelligence, qui ne cesse d'évoluer grâce aux apports de la recherche scientifique. Nous nous intéresserons ensuite à deux processus cognitifs identifiés par la psychologie cognitive comme pouvant notamment expliquer une partie des différences interindividuelles et développementales au niveau des capacités cognitives, et plus particulièrement au niveau de l'intelligence fluide : la mémoire de travail et la vitesse de traitement. Nous verrons comment chacune de ces variables peut être mise en lien avec les capacités cognitives. Puisque notre variable d'intérêt dans cette étude est la vitesse de traitement, nous nous intéresserons dans un premier temps à deux de ces mesures, identifiées dans la littérature comme entretenant une relation avec l'intelligence: le temps de réaction et le temps d'inspection. Nous verrons ensuite que les mesures de la vitesse de traitement dans le WISC-IV (à travers les subtests Code et Symboles), ne permettent pas d'établir, comme avec les mesure de temps de réaction et de temps d'inspection, un tel lien avec les capacités cognitives. En effet, les recherches que nous verrons montrent que les enfants qui présentent des capacités intellectuelles élevées (enfants à haut potentiel, HPI) obtiennent de manière paradoxale des résultats aux épreuves de vitesse de traitement du WISC-IV qui se situent dans la moyenne, alors que nous nous attendions à ce qu'elles se situent au-dessus de la moyenne, comme cela est généralement observé dans le domaine de la compréhension verbale par exemple. Pour expliquer ces résultats, nous postulons que la mesure standard de la performance dans les subtests Code et Symboles, c'est-à-dire au terme des 120 secondes imparties à chacune des épreuves, est trop peu sensible pour permettre de mettre en évidence un lien avec le QIT (QI total). Nous

proposerons donc une autre mesure de la vitesse de traitement dans ces deux subtests : une mesure de la performance des enfants par tranches de 30 secondes. Cette mesure, proposée par Dumont, Farr, Willis et Whelley (1998) ou encore McCloskey et Maerlender (2004), a déjà été utilisée dans les échelles d'intelligence de Wechsler auprès de populations adultes et d'enfants présentant des difficultés d'apprentissage, mais pas auprès d'enfants tout-venant. Dans notre étude, nous souhaitons voir si les fluctuations de la vitesse de traitement par tranche de 30 secondes d'enfants tout-venant sont en lien avec les capacités cognitives. Nous nous intéresserons donc à la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles, ainsi qu'à sa relation avec le QIT et avec les autres indices du WISC-IV. Notre étude est réalisée auprès d'un échantillon total de 199 enfants âgés entre 7 ans et 11 ans et 5 mois. Nous postulons que les variations intra-individuelles de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles sont en lien avec le QIT. Plus précisément, nous faisons l'hypothèse que les enfants qui présentent les meilleures capacités cognitives devraient montrer une augmentation de leur performance au cours des tranches de 30 secondes, alors que les enfants présentant des capacités cognitives dans la moyenne ou inférieures devraient montrer une stabilité ou une diminution de leur performance au cours du temps. Nous postulons également qu'il existe une relation positive et significative entre les fluctuations de la vitesse de traitement et l'indice de raisonnement perceptif, mais pas avec l'indice de compréhension verbale. Pour tester nos hypothèses, nous allons mesurer la performance des enfants dans les épreuves Code et Symboles par tranche de 30 secondes, calculer les écart-type intra-individuels dans ces deux épreuves de vitesse de traitement, puis réaliser des analyses corrélationnelles entre les écarts-types intra-individuels et les indices du WISC-IV. Nous analyserons aussi les profils de variation de la vitesse de traitement des enfants, pour voir s'il est possible de les mettre en lien avec le QIT.

PARTIE THEORIQUE

A. LES CAPACITES COGNITIVES

I. Les différents types d'intelligence

L'intelligence est un concept qui a suscité et qui suscite encore actuellement de nombreux débats (Lautrey, 2006). Selon les théories qui se sont succédées, la définition de l'intelligence a évolué et est progressivement passée d'une description unifactorielle, vers une description multifactorielle, postulant alors l'existence de différentes formes d'intelligences (Lautrey, 2006). La conception unifactorielle de l'intelligence fait référence à une approche globale, initialement développée par Binet (Grégoire, 2009). Pour lui, l'intelligence représentait une caractéristique unique et commune, activée dans les activités mentales supérieures (Lautrey, 2005). Dans la même lignée, Spearman (1927) développe sa théorie bi-factorielle de l'intelligence, suite à l'observation de corrélations significatives et positives entre des épreuves cognitives censées mesurer des concepts différents (Lautrey, 2005). Selon cet auteur, les aptitudes cognitives sont alors caractérisées par un facteur général qu'il nomme le « facteur g ». La performance d'un individu dans une tâche qui évalue l'intelligence est donc fonction de ce facteur g, commun à l'ensemble des tâches qui mesurent l'intelligence, et d'un autre facteur, qui est spécifique à la tâche proposée (Spearman, 1927). C'est également grâce aux recherches de Spearman que l'analyse factorielle voit le jour, avec la mise en évidence de variables latentes et de variables observées, ces dernières représentant une mesure des premières (Grégoire, 2009). Peu de temps après, les travaux de Thurstone remettent en question l'unifactorialité du concept de l'intelligence, alors défendue par Binet et Spearman. Thurstone développe, à travers l'utilisation d'une méthode d'analyse factorielle multiple (Thurstone, 1931), un modèle multifactoriel et non hiérarchique de l'intelligence qu'il conceptualise comme différentes aptitudes mentales primaires (Grégoire, 2009 ; Thurstone 1938). Ces aptitudes primaires, assimilées à différents types d'intelligence, représentent les aptitudes verbales, numériques, spatiales, mémorielles, d'induction, de déduction et de fluidité verbale (Lautrey, 2005).

C'est en 1993 que le modèle factoriel hiérarchique de Carroll permet de rallier à la fois les théories unifactorielles de l'intelligence telles que celles de Binet et de Spearman et les théories multifactorielles telle que celle de Thurstone (Lautrey, 2005 ; Rozencwajg, 2006). Carroll met alors en évidence, à travers de nombreuses ré-analyses factorielles de tests d'intelligence, l'existence d'un facteur général de l'intelligence de niveau supérieur, qui peut

lui-même se subdiviser en différents types d'intelligence plus spécifiques de niveaux inférieurs (Lautrey, 2005; Lautrey, 2006). Cette conception de l'intelligence rejoint le modèle CHC, qui intègre les données issues du modèle de Carroll et de celui de Cattell et Horn (Cattell-Horn-Carroll, 1997). Il comprend trois niveaux hiérarchiques. Le premier niveau correspond à environ soixante-dix habilités cognitives spécifiques, trop nombreuses pour être détaillées ici (Grégoire, 2009, Lautrey, 2005). Le second niveau comprend huit capacités cognitives générales communes à un sous-ensemble plus restreint de tâches cognitives: l'intelligence fluide, l'intelligence cristallisée, la vitesse de traitement, la rapidité cognitive, la capacité de rappel (mémoire à long terme), la mémoire générale et les apprentissages (mémoire à court terme et mémoire de travail), la perception visuo-spatiale et la perception auditive (Lautrey, 2005, 2006). Enfin, le niveau hiérarchique supérieur correspond au facteur g, commun à l'ensemble des tâches qui évaluent l'intelligence. Le facteur g peut être identifié en terme de part de variance partagée ou commune à l'ensemble de ces différentes tâches. Ce modèle, développé dans le champ de la psychologie différentielle, permettrait donc de rendre compte, du moins en partie, des différences interindividuelles au niveau du fonctionnement intellectuel (Grégoire, 2009).

Suite à l'élaboration du modèle CHC qui, comme nous venons de la voir, intègre le modèle de Carroll et celui de Cattell-Horn, d'autres conceptions pluralistes de l'intelligence ont vu le jour, telles que la théorie des intelligences multiples de Gardner en 1993, qui postule l'existence de huit types d'intelligence, et la théorie triarchique de Sternberg, qui postule l'existence de trois types d'intelligence: l'intelligence analytique, pratique et créative (Grégoire, 2009). Nous n'allons cependant pas nous étendre sur ces dernières théories.

Après avoir présenté un aperçu des différents courants théoriques qui se sont succédés pour tenter de définir le concept d'intelligence, nous allons nous centrer sur les processus cognitifs, et plus particulièrement sur la vitesse de traitement, qui pourrait permettre de rendre compte des différences interindividuelles au niveau de l'intelligence. Nous allons cibler notre intérêt sur l'intelligence fluide, puisque nous verrons qu'elle pourrait représenter un indicateur majeur des compétences cognitives. Nous en profiterons également pour définir l'intelligence cristallisée, souvent associée à la définition de l'intelligence fluide.

II. L'intelligence fluide et l'intelligence cristallisée

Raymond B. Cattell, non satisfait d'un seul facteur cognitif général pouvant rendre compte des capacités intellectuelles, a été le premier à mettre en évidence deux grands types d'intelligence : l'intelligence fluide (Gf) et l'intelligence cristallisée (Gc) (Lautrey, 2006). L'intelligence fluide fait référence à la résolution d'épreuves non routinières et au raisonnement. Elle serait d'origine biologique, se développerait jusque vers 15 ans et décline avec l'âge (Grégoire, 2009). L'intelligence cristallisée, quant à elle, renvoie à la résolution d'épreuves qui font appel à des connaissances acquises par apprentissage, comme les connaissances linguistiques. Elle dépendrait fortement de la culture et de l'éducation et décline tardivement avec l'âge (Grégoire, 2009 ; Rozencwajg, 2006). Comme nous venons de le voir, c'est plus tard que Horn et Cattell ont identifié et décrit d'autres facteurs dans la structure hiérarchique de l'intelligence, tels que le facteur de vitesse cognitive (Gs) ou le facteur général de visualisation (Gv) (Lautrey, 2006).

Selon Gustafsson (1984), l'intelligence fluide (gf) pourrait être assimilée au facteur g. Bien que cette position ne soit pas acceptée de façon unanime, gf et g permettraient d'expliquer la même part de variance, c'est-à-dire la même part des différences interindividuelles observées dans les épreuves qui mesurent l'intelligence (Lautrey, 2006). Dans le cadre de ce mémoire, nous allons donc utiliser l'intelligence fluide gf comme indicateur des capacités cognitives des enfants, puisque gf corrèle de manière importante avec le facteur g.

Maintenant que nous avons défini de manière générale le concept d'intelligence et de façon plus précise l'intelligence fluide et cristallisée, nous allons voir comment il est possible de l'évaluer auprès d'individus.

III. L'évaluation de l'intelligence

L'évaluation de l'intelligence voit le jour à travers la naissance de la psychologie différentielle à la fin du XIXe siècle, bien que quelques travaux existent alors déjà chez les chinois. Dès 1869, Galton conduit des études anthropométriques, dans le but d'évaluer l'intelligence à partir de mesures physiques et physiologiques comme de la taille de la tête. Wundt crée ensuite le premier laboratoire de psychologie en 1879. C'est après, avec McKeen Cattell, que la notion de tests mentaux apparaît en 1890. Ce dernier propose alors un ensemble de « tests mentaux », qui évaluent principalement les processus sensoriels des individus. Peu convaincu de cette évaluation, Binet propose de se centrer sur des processus mentaux de niveaux supérieurs et sur leur étude dans une perspective différentielle (Lautrey, 2006). En

1905, il publie sa première version du test de Binet-Simon. L'intelligence est alors évaluée en fonction du niveau intellectuel de l'individu. Stern et Terman créeront ensuite la notion de quotient intellectuel ou de QI, afin de simplifier les résultats obtenus à partir des tests d'intelligence. L'échelle de mesure de Binet-Simon sera révisée par Terman, qui y introduit la notion de quotient. Le Stanford-Binet voit alors le jour en 1916 en Amérique (Lautrey, 2006). Le score d'âge mental issu de ce test reflète l'intelligence d'un individu en termes d'années d'avance ou de retard dans son développement. Ainsi, l'importance du retard est, dans cette conception, relative à l'âge réel, c'est à dire l'âge chronologique de la personne évaluée (Grégoire, 2009). Le QID (QI développemental) est obtenu par la formule suivante : $AM/AC*100$, où AM correspond à l'âge mental et AC à l'âge chronologique. Ce score permet d'obtenir un quotient d'âge standardisé, qui est comparable à celui d'autres enfants. La comparaison des individus entre eux et l'identification des différences interindividuelles deviennent des éléments centraux de l'évaluation de l'intelligence (Lautrey, 2006). Ce QID a par la suite été abandonné car peu convaincant. En effet, la relation entre l'âge mental et l'âge chronologique n'étant pas identique au cours du temps, c'est-à-dire durant l'enfance, l'âge adulte, puis au cours du vieillissement, ce QI ne permet donc pas de rendre compte de manière précise des performances intellectuelles en fonction du temps (Lautrey, 2006).

Suite au développement de la théorie de l'intelligence de Spearman, qui identifie le facteur g comme principal marqueur et prédicteur des aptitudes cognitives, d'autres tests d'intelligence sont développés dans l'objectif de mesurer ce facteur g, comme les Matrices progressives de Raven et le Culture Fair Test de Cattell. La contribution des apports théoriques de Thurstone, puis de Cattell dans la définition du concept d'intelligence conduira à l'émergence d'autres tests, appelés multifactoriels comme le test des Aptitudes Mentales Primaires (PMA) de Thurstone, ainsi que les échelles globales de Wechsler (Grégoire, 2009). L'ensemble de ces tests abandonnent l'âge mental comme base d'évaluation de l'intelligence. L'intelligence d'un individu est alors évaluée à partir de son « score brut (la somme des points aux items) au sein de la distribution des scores de son groupe d'âge » (Grégoire, 2009, p. 20).

L'intelligence est actuellement principalement évaluée par les échelles de Wechsler. La première, intitulée l'échelle de Wechsler-Bellevue, paraît en 1939 (Grégoire, 2009). Diverses révisions ont par la suite été proposées, ainsi que la création d'échelles adaptées en fonction de l'âge des individus à évaluer. Aujourd'hui, ces échelles sont la 3^e édition de la Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (WPPSI-III ; Wechsler, 2002) normée pour les enfants de 2 ans et 6 mois à 7 ans et 3 mois et dont une nouvelle version va sortir (WPPSI-

IV), la 4^e édition de la Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC-IV ; Wechsler, 2005) normée pour les enfants de 6 ans à 16 ans et 11 mois, et enfin la 4^e édition de la Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-IV ; Wechsler, 2012) pour les adultes. Ces échelles couvrent donc presque l'ensemble de la population et sont basées sur l'approche globale et factorielle, dans laquelle l'intelligence est évaluée par un ensemble d'épreuves de difficulté croissante (Rozenkwajg, 2006). Le QI de ces échelles ne fait plus référence à un quotient en tant que tel comme le QI développemental, mais représente l'endroit où se situe un individu par rapport à un groupe de référence d'un âge similaire (Grégoire, 2009). Pour chaque groupe d'âge, et pour chaque échelle, qu'il s'agisse de celle pour les enfants ou pour les adultes, la moyenne du QI total est de 100, avec un écart-type de plus ou moins 15 (Lautrey, 2006). Suite au développement des théories et des modèles de l'intelligence, dont nous avons fait mention ci-avant et qui se dirigent progressivement d'une conception unifactorielle à multifactorielle de l'intelligence, ces échelles ont été révisées à plusieurs reprises. Dans le cadre de cette recherche, nous allons nous intéresser plus particulièrement au WISC-IV. La première version du WISC est parue en 1949 aux États-Unis et en 1958 en France. Sa première révision date de 1974 (1981 pour la France), où il devient le WISC-R, puis le WISC-III en 1991 (1996 en France), et enfin le WISC-IV actuellement utilisé depuis 2005. Le principal changement opéré du WISC-III au WISC-IV est l'abandon du calcul du QI verbal et du QI performance, en faveur du calcul des quatre indices suivants : l'indice de vitesse de traitement IVT (dont le subtest optionnel Barrage a été ajouté), l'indice de raisonnement perceptif IRP (qui ne comprend plus que 3 subtests obligatoires et dont Matrices et Identification de concepts sont nouveaux), l'indice de compréhension verbale ICV (dont le subtest Information est devenu optionnel et Raisonnement verbal a été ajouté) et l'indice de mémoire de travail IMT (dont le subtest Séquence lettres-chiffres a été adapté et le subtest Arithmétiques a été révisé et est devenu optionnel). Les subtests Assemblage d'objets, Arrangement d'images et Labyrinthes ont également été supprimés (Grégoire, 2009, Wechsler, 2005).

Le WISC-IV, dont nous détaillerons dans la partie expérimentale le fonctionnement et les différents subtests qui le composent, intègre les principaux facteurs identifiés dans le modèle CHC de l'intelligence (Lautrey, 2006). Alors que le WISC-III évaluait deux aptitudes cognitives générales : Gf et Gc, le WISC-IV en évalue cinq : Gf et Gv (mesurée par IRP), Gc (mesurée par ICV), Gs (mesurée par ICV) et Gsm (mesurée par IMT) (Lecerf et al., 2012). Nous détaillerons un peu plus ces aptitudes dans la partie expérimentale de ce mémoire. Cette révision conduit à faire du WISC-IV un instrument de mesure de l'intelligence encore

davantage de nature multidimensionnelle, et pas uniquement globale (Lautrey, 2006). Cette multi-dimensionnalité devrait contribuer à une meilleure évaluation de l'intelligence. En effet, il est nécessaire d'utiliser des instruments qui mesurent un ensemble varié d'habiletés cognitives (Rozenkwajg, 2006). Pour Colom, Flores-Mendoza et Rebollo (2003), l'intelligence doit également être évaluée à partir d'épreuves qui font appel à des processus cognitifs complexes, tels que le raisonnement. Le WISC-IV semble donc bien engagé dans cette voie.

Centrons-nous à présent sur les différents processus qui peuvent être identifiés lorsqu'un individu se retrouve en situation d'évaluation. Nous allons voir en quoi consiste l'approche processuelle, ce qu'elle apporte dans l'évaluation des capacités cognitives des enfants. ainsi que dans la lecture des différences interindividuelles observées dans les performances à ces évaluations.

IV. L'approche processuelle

1. Définition et intérêts

L'approche processuelle intègre à la fois les recherches et les données de la psychologie expérimentale et celles de la psychologie corrélacionnelle ou différentielle (Floyd & Kranzler, 2012). Elle a été principalement utilisée entre les années 40 et 80 dans l'évaluation et le diagnostic des troubles ou handicap mentaux (Grégoire, 2009). Celle-ci s'intéresse aux processus élémentaires du traitement de l'information qui sont en jeu lors de la résolution des tâches, et qui sont à l'origine des difficultés observées lors de cette résolution. Ce traitement renvoie aux différentes étapes, opérations, représentations mentales effectuées lors de la résolution de tâches cognitives, ainsi qu'aux performances qu'elles induisent dans ces tâches (Floyd & Kranzler, 2012).

En 1988, Kaplan met l'accent sur l'importance d'évaluer les performances des individus à travers cette approche processuelle. L'observation des stratégies mises en place par les individus qui présentent différents types de lésions cérébrales ou de pathologies, mais aussi d'enfants et de personnes âgées tout-venant, permet de mettre en évidence des différences dans le traitement de l'information, alors qu'une approche uniquement centrée sur les résultats des évaluations ne le permet pas toujours. Il est par exemple possible que deux individus avec des lésions cérébrales différentes obtiennent le même score et le même nombre d'erreurs. Cependant, si nous nous penchons sur les stratégies employées et le type d'erreurs commises, il est alors possible d'identifier des différences importantes.

Pour évaluer les performances des individus, il existe une différence entre les approches quantitatives et qualitatives. Les premières se basent sur des scores, alors que les secondes permettent de fournir une analyse complémentaire quant aux comportements observés lors de la réalisation des épreuves. Ce complément d'informations peut par exemple se faire à travers l'observation des erreurs et des comportements, comme a pu le faire Luria en 1996 (Floyd & Kranzler, 2012). L'approche processuelle utilise des indicateurs à la fois quantitatifs, mais aussi qualitatifs pour identifier les processus cognitifs que l'individu utilise pour résoudre une tâche. Elle s'est attelée à créer des instruments qui permettent de mettre en évidence les processus cognitifs sous-tendus par les résultats obtenus, à interpréter les scores des instruments qui mesurent le fonctionnement intellectuel à travers des modèles théoriques basés sur l'approche processuelle, à adapter ces instruments pour mettre en avant les processus responsables des performances, et enfin à identifier les processus impliqués dans chaque item des tests d'intelligence proposés (Floyd & Kranzler, 2012). Nous pouvons citer l'exemple du WISC-IV intégré que nous développerons ci-après ou celui de Sternberg (cité par Floyd & Kranzler, 2012), qui propose de mettre en lien les habilités cognitives identifiées dans le modèle CHC avec les tâches cognitives qui permettent de les évaluer, ainsi que les processus que ces épreuves font intervenir. Il donne l'exemple de l'induction (capacité cognitive située dans la première strate du modèle CHC) qui peut être évaluée par des tâches d'analogie ou de classification, qui elles-mêmes font intervenir des processus d'encodage, d'inférence, de préparation de la réponse, etc. L'approche processuelle devrait donc nous permettre d'avoir une meilleure compréhension des processus cognitifs impliqués dans la réalisation d'épreuves qui évaluent nos capacités cognitives.

Nous allons maintenant voir comment cette approche est utilisée dans le WISC-IV et de quelle manière elle peut être utile dans le cadre de notre recherche.

2. L'approche processuelle dans le WISC-IV

Comme nous venons de le voir, l'approche processuelle permettrait de mieux comprendre et interpréter les résultats qui découlent de l'évaluation des capacités cognitives. McCloskey et Maerlender (2004) ont utilisé cette approche pour évaluer les performances des enfants dans le WISC-IV intégré. Ce dernier découle des modifications du WISC-III et de l'intégration de l'approche processuelle. Dans cette approche, les performances des enfants aux WISC-IV intégré sont interprétées en tenant compte de diverses caractéristiques : de leurs forces, leurs faiblesses et des erreurs qu'ils commettent. La note aux différents indices obtenus à partir des scores des individus au WISC-IV (QI total par exemple) n'est pas suffisante pour évaluer les

capacités cognitives de l'enfant. Dans le WISC-IV intégré, des procédures ont donc été développées pour identifier quels processus seraient liés aux difficultés rencontrées par les enfants dans les épreuves. Des indices sont donnés, selon une gradation croissante, afin de voir jusqu'où ils échouent dans l'épreuve et quels processus sont à l'origine de leurs difficultés. Par exemple, pour le domaine de la vitesse de traitement, un enregistrement de la performance de l'enfant par intervalle de 30 secondes est proposé pour le subtest Code pour obtenir une mesure plus précise de l'évolution de sa performance au cours de la réalisation de l'épreuve (comparaison des moyennes et des écart-types par âge). Une tâche de rappel indicent est aussi suggérée en supplément de cette épreuve pour identifier les processus de mémorisation mis en œuvre par l'enfant pour résoudre le subtest,

McCloskey et Maerlender (2004) décrivent cinq principes fondamentaux sur lesquels se basent l'approche processuelle, afin de rendre compte au mieux des capacités cognitives évaluées dans le WISC-IV. Ces principes peuvent également s'appliquer à d'autres batteries d'évaluation. Le premier renvoie au fait que l'identification des processus qui sous-tendent les différentes tâches de l'évaluation, qui correspondent aux différents subtests du WISC-IV, permet d'interpréter les résultats par rapport aux fonctions cognitives et aux bases cérébrales qu'elles impliquent. Ainsi, par exemple, si un enfant présente des difficultés dans la résolution du subtest Symboles, qui évalue la vitesse de traitement, nous pourrions postuler qu'il est possible qu'il présente des difficultés au niveau de cette capacité cognitive. Ce principe peut directement renvoyer à la validité de l'interprétation des instruments de mesures, qui visent à évaluer certaines compétences cognitives spécifiques en les isolant. Le second principe précise que l'introduction de variations dans la standardisation des consignes, des tâches, etc, peut conduire à des modifications et donc à des biais dans la performance des individus testés. Cette standardisation doit donc être respectée pour permettre une analyse des performances des individus qui soit la plus objective possible. Troisièmement, il est important de tenir compte de la manière dont les individus s'y prennent pour résoudre les différentes tâches, pour permettre une meilleure interprétation des résultats. Le quatrième principe stipule que les erreurs ou les difficultés d'un individu pour résoudre une tâche sont des indices aussi précieux que ses réponses correctes. Enfin, l'observation active de l'individu est un indice supplémentaire pour tenter d'expliquer et d'interpréter ses performances.

L'approche processuelle tente donc de rendre compte, de la manière la plus juste et la plus complète possible, des performances de l'enfant en analysant ses résultats en tant que tels (scores et erreurs commises), mais également les divers facteurs qui peuvent influencer cette

performance (comme les capacités cognitives impliquées dans la résolution des tâches, les stratégies utilisées, la motivation dans la réalisation des tâches, l'influence de facteurs externes comme la fatigabilité, etc). L'analyse du fonctionnement intellectuel dans le WISC-IV intégré part donc d'une analyse globale (QI total) vers une analyse détaillée des performances aux divers subtests, afin de voir si le profil cognitif est homogène, et à quel niveau se situent les éventuelles forces et difficultés en termes de processus (McCloskey & Maerlender, 2004). Cette approche semble donc être un outil intéressant sur lequel nous pourrions nous appuyer pour identifier et analyser de manière plus précise les processus qui permettent de rendre compte des différences interindividuelles au niveau des performances obtenues dans le WISC-IV. Le WISC-IV intégré n'existe cependant pas en français. Nous verrons néanmoins par la suite que nous proposerons, comme le WISC-IV intégré le suggère, une analyse plus fine des performances des enfants dans les épreuves de vitesse de traitement dans le WISC-IV que celle habituellement proposée, afin de voir si celle-ci permettrait de mieux rendre compte des différences interindividuelles observées au niveau des capacités cognitives générales. Avant d'y venir, nous allons nous intéresser à certains processus actuellement identifiés dans la littérature scientifique comme permettant de rendre en partie compte des différences interindividuelles et développementales au niveau de l'intelligence fluide.

B. LES DIFFERENCES INTERINDIVIDUELLES ET DEVELOPPEMENTALES DANS L'INTELLIGENCE FLUIDE

Selon Grégoire (2009), la littérature scientifique issue de la psychologie cognitive met en évidence deux processus principaux qui pourraient expliquer les différences interindividuelles et développementales dans les capacités cognitives, à savoir la vitesse de traitement et la mémoire de travail. Ces deux processus élémentaires du traitement de l'information permettent de classer les individus de manière stable. Les fonctions exécutives sont également évoquées, mais nous ne développerons pas cette thématique dans cette recherche.

I. La mémoire de travail

1. Définition

La mémoire de travail est considérée comme une capacité cognitive générale (Colom, Flores-Mendoza, & Rebollo, 2003). Le modèle Baddeley et Hitch (1974) est encore couramment utilisé pour la définir. Selon ce modèle, la mémoire de travail permet de maintenir de manière temporaire des informations, ainsi que de les manipuler pendant que nous réalisons des

opérations cognitives. Ce modèle comporte trois composantes principales : l'administrateur central, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. Le buffer épisodique a depuis été rajouté lors de la révision du modèle Baddeley en 2003. Dans une perspective différentielle, le modèle prédominant est celui d'Engle. Pour cet auteur (Engle, 2002 ; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999), la mémoire de travail ferait intervenir à la fois des processus mnésiques et des processus attentionnels. Elle se distingue donc de la mémoire à court terme qui ne comporterait qu'une composante mnésique (Engle, 2002). La mémoire de travail serait reliée à notre système attentionnel, c'est-à-dire à notre capacité de contrôler notre attention pour maintenir les éléments actifs et aisément récupérables, tout en évitant les interférences d'autres stimuli qui pourraient nous distraire. La mémoire de travail ne serait pas directement reliée au nombre d'éléments que nous sommes capable de retenir, comme le propose le modèle de Baddeley et Hitch, mais plutôt à notre capacité de maintenir les éléments pertinents de manière active (Engle, 2002).

Comme nous venons de le voir, la mémoire de travail implique des processus attentionnels, des stratégies de maintien à court terme des informations comme l'autorépétition par exemple, la transformation des informations traitées attentionnellement, ainsi que la récupération d'informations déjà stockées en mémoire à long terme (Colom, Rebollo, Palacios, Juan-Espinosa, & Kyllonen, 2004). Elle apparaît par conséquent comme une composante cognitive importante, qui se retrouve mobilisée dans une série d'activités et de tâches cognitives (Engle, 2002). Mais quel lien entretient-elle avec les capacités cognitives ?

2. Relation entre la mémoire de travail et les capacités cognitives

La mémoire de travail serait intimement liée aux capacités cognitives (Engle, 2002 ; Engle et al., 1999 ; Kane, Hambrick, & Conway, 2005 ; de Ribaupierre & Lecerf, 2006 ; Kyllonen & Christal, 1990 ; Lovett, Reder, & Lebiere, 1999). Ainsi, les performances dans les tests d'intelligence seraient partiellement médiatisées par les aptitudes de notre capacité de la mémoire de travail. Engle et al. (1999) postulent que la mémoire de travail et l'intelligence fluide font toutes deux appel à la capacité de garder à l'esprit ou en mémoire une information de manière active, quand bien même celle-ci subit des distractions. Les capacités attentionnelles se révèlent donc être un élément central à la fois dans l'intelligence fluide et dans la mémoire de travail. Selon Colom et al. (2004) et Engle (2002), la mémoire de travail pourrait même pratiquement se confondre avec le facteur g. De plus, les épreuves qui évaluent l'intelligence et la mémoire de travail activeraient toutes deux principalement des régions situées dans le cortex frontal (Colom et al., 2003).

Les corrélations entre la mémoire de travail et les habiletés intellectuelles mises en évidence dans différentes études sont toutes positives et varient de .28 à .60 (Ackerman, Beier, & Boyle, 2002), et s'élèvent même à .80 pour Kyllonen et Christal (1990). Le lien qui unit ces deux concepts semble donc bien exister, mais au vu de l'hétérogénéité des corrélations trouvées, d'autres facteurs semblent également y jouer un rôle, tels que les instruments utilisés pour les mesurer.

Selon Carpenter, Just et Shell (1990), la capacité de la mémoire de travail serait directement impliquée dans la réussite ou l'échec aux items des Matrices progressives de Raven. Elle serait donc étroitement liée à l'intelligence fluide. Pour Fry et Hale (1996), ce serait plus particulièrement les capacités attentionnelles requises lorsque la mémoire de travail est activée dans une tâche, qui seraient en relation avec les habiletés intellectuelles. Ces liens peuvent être exprimés en terme de corrélation entre les capacités intellectuelles et la mémoire de travail, ou bien en terme de part de variance partagée ou commune. La corrélation exprime le lien linéaire/la force d'association entre deux variables, alors que la variance commune représente le pourcentage d'une variable qui est expliqué par la seconde. Comme nous l'avons vu ci-avant, les corrélations varient d'une étude à l'autre, et dépendent de plusieurs éléments, comme des modèles théoriques choisis, des instruments utilisés pour mesurer les concepts d'intelligence et de mémoire de travail, mais aussi des analyses statistiques qui découlent des résultats obtenus à partir de ces instruments (Kane et al., 2005). Nous pouvons également rappeler ici que les corrélations entre deux variables ne permettent pas de déterminer de lien causal, c'est-à-dire d'identifier quelle variable produit des effets sur l'autre. Elles indiquent simplement qu'il existe une relation linéaire positive ou négative et plus ou moins forte en fonction de la valeur de la corrélation entre deux éléments.

Maintenant que nous avons défini la mémoire de travail, identifiée dans la littérature scientifique comme permettant d'expliquer une partie des différences interindividuelles et développementales au niveau de l'intelligence, nous allons nous intéresser à notre principale variable d'intérêt pour notre étude : la vitesse de traitement.

II. La vitesse de traitement

1. Définition

La vitesse de traitement est, comme la mémoire de travail, une capacité cognitive qui expliquerait une partie des différences interindividuelles observées au niveau des capacités cognitives. Elle correspond à la rapidité avec laquelle nous pouvons effectuer différentes

opérations (Salthouse, 1996). Elle est évaluée par la vitesse avec laquelle un individu est capable de répondre de manière adéquate à une série de stimuli (Ackerman et al., 2002). Ackerman et al. (2002) identifient quatre composantes différentes qui permettent de définir la vitesse de traitement : la vitesse de reconnaissance de patterns simples, la vitesse de comparaison, la vitesse d'association en mémoire, et la vitesse de traitement complexe. Pour la mesurer, divers indices et/ou épreuves ont été proposés. Salthouse (2000) en propose six : la vitesse de décision (vitesse à laquelle un individu est capable de fournir une réponse à des tâches cognitives complexes), la vitesse de perception (vitesse à laquelle un individu répond à des stimuli simples), la vitesse psychométrique (comme tracer le plus rapidement possible une ligne à des endroits précis sur une feuille), le temps de réaction (comme le temps mis par l'individu entre la vision du stimulus et l'appui sur le bouton réponse), la vitesse psychophysique (comme le temps d'inspection que nous définirons par la suite) et enfin la vitesse de réponse interne (mesurée par l'activité neuronale). Nous pouvons remarquer que, hormis pour la vitesse de réponse interne, l'ensemble de ces indices représentent des indicateurs de la vitesse de traitement à un niveau comportemental et non à au niveau de la rapidité d'activation neuronale.

La vitesse de traitement, considérée comme une capacité cognitive de base, apparaît évoluer avec l'âge. Selon Hale (1990), il existe trois hypothèses principales concernant la trajectoire développementale de la vitesse de traitement à travers l'âge : l'hypothèse globale, l'hypothèse locale et l'hypothèse stratégique. L'hypothèse globale postule que les processus de traitement de l'information liés à la vitesse de traitement augmentent de l'enfance à l'adolescence de manière parallèle. Les composantes verbales, spatiales ou encore de rotation mentale impliquées dans les tâches de vitesse de traitement se développeraient toutes de manière similaire et linéaire au cours du temps. L'hypothèse locale postule, quant à elle, que les composantes de la vitesse de traitement telles que celles que nous venons de citer ne subissent pas les mêmes effets de l'âge au cours du temps. L'accroissement des composantes de la vitesse de traitement ne se ferait donc pas de manière parallèle et uniforme, puisque chaque composante se développe différemment au cours du temps. Par exemple, notre capacité d'effectuer rapidement une rotation mentale ne se développerait pas linéairement, mais augmenterait significativement à partir de 12 ans, alors que la vitesse de balayage de la mémoire à court terme aurait, au même âge, déjà atteint son maximum de développement. Enfin, l'hypothèse stratégique postule que des composantes stratégiques de la vitesse de traitement se développent à travers le temps, que ce soit pour sélectionner ou organiser les

informations à traiter. Dans cette troisième hypothèse, l'évolution de la vitesse de traitement se traduit par des changements au niveau qualitatif, c'est-à-dire par l'utilisation de stratégies différentes au cours du temps pour résoudre une même tâche. Les résultats de Hale (1990) penchent en faveur de l'hypothèse globale. Ils indiquent que les temps de réponse des enfants de 10, 12 et 15 ans dans quatre tâches de vitesse de traitement différentes, et donc faisant intervenir plusieurs composantes (comme verbales, spatiales ou mémorielles) permettent de prédire les temps de réponses des jeunes adultes dans ces mêmes épreuves. Hale (1990) conclut donc que les composantes impliquées dans les tâches de vitesse de traitement se développent de manière parallèle et uniforme, augmentant de l'enfance à l'adolescence. Ces résultats seraient à répliquer avec d'autres groupes d'enfants et d'adultes de différents âges pour tester de manière plus approfondie cette hypothèse globale. D'autre part, selon Salthouse (1996), la vitesse de traitement déclinerait à l'âge adulte. L'influence de l'âge sur la vitesse de traitement serait également modérée par un ensemble de variables comme la santé, la nature des tâches de vitesse de traitement, ainsi que l'expérience que le sujet a de ces tâches (Salthouse, 2000).

Dans le cadre de notre recherche, nous allons nous centrer sur les liens qui pourraient exister entre l'intelligence et la vitesse de traitement (nous verrons plus tard que nous allons plus précisément nous centrer sur les fluctuations de la vitesse de traitement dans les épreuves qui l'évaluent). Nous allons voir quels instruments de mesures ont été créés pour l'évaluer (mesures indirectes), et quelles relations ils entretiennent avec l'intelligence. Nous allons à présent nous centrer sur les indices de temps de réaction et de temps d'inspection, déjà utilisés dans la littérature scientifique pour tester l'hypothèse d'un lien entre la vitesse de traitement et l'intelligence fluide (Grégoire, 2009 ; Lautrey, 2005). Nous allons dans un premier temps définir ces deux indices, ainsi que la manière de les évaluer, puis voir quels liens ont pu être mis en évidence avec l'intelligence.

2. Temps de réaction

Le temps de réaction peut être mesuré grâce au paradigme de Hick, repris par exemple par Jensen en 1982. Il se mesure grâce à une boîte qui comporte un bouton central, ainsi que 1 à 8 boutons périphériques arrangés en arcs de cercle, au-dessus desquels se trouvent des diodes électroluminescentes (LED). Le sujet a pour indication de maintenir son doigt sur le bouton central de la boîte. Lorsqu'une LED s'allume au-dessus de l'un des boutons périphériques, il doit retirer son doigt du bouton central le plus rapidement possible, pour le positionner sur le bouton où l'électrode s'est allumée. Le temps de réaction correspond à la durée entre le

moment où la lampe s'allume, et le moment où le sujet retire son doigt du bouton central (Grégoire, 2009). De manière plus générale, le temps de réaction correspond au temps mis par un individu pour initier une réponse suite à la présentation d'un stimulus. Selon la loi de Hick, plus l'individu est confronté à un nombre élevé de choix possibles (ici de boutons périphériques), et plus il mettra de temps pour initier une réponse, c'est-à-dire plus son temps de réaction sera élevé. Cette relation entre le temps de réaction et le nombre de choix auquel l'individu est confronté est exprimé selon une fonction logarithmique, que nous ne détaillerons pas plus ici (Jensen, 1982). Nous allons maintenant définir un second indice de la vitesse de traitement : le temps d'inspection.

3. Temps d'inspection

Un second indice s'est vu proposé par Deary et Stough en 1996 pour évaluer la vitesse de traitement : le temps d'inspection. Pour le mesurer, on présente au sujet une figure en forme de U inversé dont un des côté est plus long que l'autre, pendant une dizaine à une centaine de millisecondes. Cette présentation est directement suivie d'un masque. On demande ensuite au sujet d'indiquer de quel côté de la figure était située la branche la plus longue (la réponse étant soit à droite, soit à gauche). Le temps d'inspection correspond au temps nécessaire d'exposition de la figure pour que le sujet puisse émettre dans au moins 80% des cas un jugement correct (Grégoire, 2009).

Quels liens pouvons-nous à présent établir entre les indices de temps de réaction et de temps d'inspection et les capacités cognitives ? C'est ce que nous allons tenter d'explorer à travers l'étude des corrélations établies dans la littérature entre ces deux indices et l'intelligence.

4. Relation entre les indices de vitesse de traitement et les capacités cognitives

Les recherches scientifiques indiquent que la vitesse de traitement semble corrélérer avec les capacités cognitives. Selon Salthouse (1996), elle joue un rôle non négligeable dans l'explication des différences interindividuelles et développementales au niveau des capacités cognitives et du déclin dans certaines de ces habiletés. Le temps de réaction et le temps d'inspection sont deux indices de vitesse de traitement qui ont montré des corrélations avec le QI de l'ordre de $-.30$ à $-.20$ pour le temps de réaction (Jensen, 1987) et de $-.60$ à $-.40$ pour le temps d'inspection (Kranzler & Jensen, 1989). De plus, ces liens entre le temps d'inspection et le QI tendraient à rester stable d'un âge à l'autre (Kranzler & Jensen, 1989). Les corrélations mises en évidence dans la littérature entre la vitesse de traitement et les capacités cognitives varient d'une étude à l'autre, et ces variations sont influencées par la nature des

tâches de vitesse de traitement, selon qu'elles nécessitent une faible ou haute charge cognitive auprès du sujet (Babcock, 1994 ; Ackerman et al., 2002).

Ces recherches indiquent qu'il existe un lien entre les mesures de temps de réaction et temps d'inspection et les mesures des capacités cognitives. Ce lien se retrouve-t-il avec les mesures de vitesse de traitement dans le WISC-IV ? Avant de nous centrer sur les liens entre la vitesse de traitement WISC-IV (évaluée à travers les subtests Code et Symboles) et les capacités cognitives générales (évaluées notamment par le QIT), nous allons voir que la littérature scientifique met en évidence un lien indirect entre ces deux variables, qui serait en partie médiatisé par la mémoire de travail.

III. Vitesse de traitement, mémoire de travail et intelligence

La mémoire de travail et la vitesse de traitement semblent être deux processus cognitifs élémentaires qui sont liés. Cette relation pourrait en partie être déterminée par des facteurs génétiques (Luciano et al., 2001). Les capacités de la vitesse de traitement influenceraient celles de la mémoire de travail, qui elles-mêmes auraient une influence sur les capacités cognitives (Ackerman et al., 2002). En effet, étant donné que notre empan mnésique à court terme serait limité, plus la vitesse de traitement pour résoudre une tâche est élevée, et plus il serait possible de traiter un nombre important d'informations dans un laps de temps déterminé. Nous pourrions alors stocker un nombre plus important d'éléments en mémoire de travail, ce qui pourrait augmenter nos performances cognitives. Plusieurs études antérieures vont dans le sens de cette hypothèse. Salthouse (1991) a mené trois études auprès de 672 adultes, âgés de 20 ans à 84 ans au total. Après avoir évalué la vitesse de traitement, la mémoire de travail et l'intelligence à travers différentes tâches, les résultats montrent que les différences d'âge observées au niveau de la mémoire de travail sont pour la plupart médiatisées par les différences observées au niveau de la vitesse de traitement. De plus, les différences au niveau de l'intelligence sont en partie associées à celles retrouvées au niveau de la mémoire de travail. Ainsi, les différences d'âge observées au niveau de l'intelligence seraient associées à une baisse de la mémoire de travail au cours du temps, qui est elle-même serait associée à une diminution de la vitesse de traitement avec l'âge. Fry et Hale (1996) ont quant à eux réalisé une étude auprès de 214 étudiants de 7 à 19 ans, dans laquelle ils ont évalué la vitesse de traitement, la mémoire de travail et l'intelligence fluide à partir des Matrices progressives de Raven. Les résultats de cette étude montrent que les performances dans les tâches de vitesse de traitement influencent celles obtenues dans les tâches de

mémoire de travail. Plus les étudiants obtiennent de bonnes performances en vitesse de traitement (c'est-à-dire des temps de réaction faibles), et plus leurs performances dans les tâches de mémoire de travail sont élevées. L'augmentation des performances à la fois de vitesse de traitement et de mémoire de travail avec l'âge expliquerait plus de la moitié de la part de variance dans l'augmentation des performances aux Matrices Progressives de Raven, mesurant l'intelligence fluide. Ainsi, l'augmentation de la vitesse de traitement avec l'âge jouerait un rôle dans l'accroissement des capacités de mémoire de travail, ce qui influencerait à son tour l'augmentation des capacités au niveau de l'intelligence fluide. Fry et Hale (1996, 2000) parlent de « cascade développementale ». Même si dans le cadre de cette recherche, nous nous centrons de manière spécifique sur la vitesse de traitement, et sur le lien qu'elle entretient avec l'intelligence, il ne faut pas perdre de vue que la vitesse de traitement influence et entretient des relations directes et/ou indirectes avec d'autres processus/aptitudes cognitifs, telle que la mémoire de travail. Centrons-nous à présent sur la vitesse de traitement et les capacités cognitives dans le WISC-IV.

C. LA VITESSE DE TRAITEMENT

I. Vitesse de traitement et WISC-IV

Les différentes recherches issues de la psychologie cognitive que nous venons de présenter indiquent que les différences interindividuelles et développementales dans l'intelligence peuvent en partie être expliquées par les différences interindividuelles et développementales au niveau de la vitesse de traitement et de la mémoire de travail. Le WISC-IV intègre ces deux processus dans l'évaluation de l'intelligence, avec l'indice de mémoire de travail (IMT) et l'indice de vitesse de traitement (IVT). Ces différences interindividuelles devraient par conséquent se retrouver dans les résultats qu'obtiennent les enfants dans le WISC-IV, notamment au niveau des subtests de vitesse de traitement Code et Symboles. Ainsi, nous devrions observer une relation entre la vitesse de traitement (évaluée par l'indice IVT à partir des épreuves Code et Symboles) et les capacités cognitives générales (mesurées notamment par le QIT), comme celle que nous avons mise en évidence entre les mesures de vitesse de traitement du temps de réaction et du temps d'inspection et celle d'intelligence. Si un tel lien existe, cela signifie qu'il existe une corrélation significative et positive entre les épreuves de vitesse de traitement et les capacités cognitives dans le WISC-IV. Les enfants qui possèdent les meilleures compétences cognitives devraient donc également présenter de bonnes capacités en vitesse de traitement. Or, la littérature scientifique semble contredire ces

prédictions, puisque nous allons voir que les enfants qui possèdent les meilleures capacités cognitives (enfants à haut potentiel intellectuel) obtiennent généralement des performances ipsatives, c'est-à-dire par rapport à eux-mêmes, inférieures dans les épreuves de vitesse de traitement que dans les épreuves mesurant d'autres compétences cognitives comme celles évaluées dans l'indice de compréhension verbale ICV que nous détaillerons dans la partie expérimentale. Nous allons donc nous intéresser à comprendre pourquoi de telles contradictions apparaissent. Nous nous pencherons de manière plus précise sur les profils cognitifs généralement observés chez les enfants qui possèdent les meilleures capacités cognitives, pour tenter de trouver quelques pistes explicatives en lien avec la relation que nous attendions trouver entre la vitesse de traitement et les capacités cognitives dans le WISC-IV. Avant cela, nous allons dans un premier temps définir ce que nous entendons par enfant « à haut potentiel intellectuel ».

II. Vitesse de traitement, WISC-IV et enfants à haut potentiel intellectuel (HPI)

1. Définition et évaluation des enfants HPI

Il n'existe pas de réel consensus quant à la définition des enfants à haut potentiel intellectuel (HPI). Plusieurs termes sont utilisés comme ceux de précocité, de haut potentiel, de talent ou encore de don, même si à l'heure actuelle le terme de « haut potentiel » est privilégié (Pereira-Fradin, Caroff, & Jacquet, 2010). Ces différents termes et définitions sont également influencés par l'évolution de la/des définition(s) des capacités cognitives, et plus particulièrement du concept d'intelligence. Pereira-Fradin et al. (2010) soulignent l'importance d'identifier et d'indiquer clairement sur quelle définition et sur quel cadre théorique nous nous basons lorsque nous discutons et faisons des recherches sur les enfants HPI.

Le critère souvent défini pour identifier un enfant HPI est un quotient intellectuel supérieur à 125-130 (Liratni & Pry, 2007 ; Corbin, Borel, & Camos, 2012). Rappelons que la moyenne du WISC-IV est égale à 100, avec un écart-type 15. La prévalence des enfants qui présentent un haut potentiel intellectuel est donc d'environ 2% dans la population (Corbin et al., 2012). La définition des enfants HPI est centrale, puisqu'elle permet de déterminer quels instruments (tests, questionnaires, etc) nous allons utiliser pour évaluer le niveau intellectuel de l'enfant, et l'interprétation qui en découlera (Pereira-Fradin et al., 2010). Le WISC-IV est aujourd'hui l'instrument le plus utilisé pour identifier les enfants HPI sur le plan cognitif.

Intéressons-nous maintenant aux profils cognitifs des enfants HPI, qui comme nous venons de le présenter, semblent présenter quelques particularités au niveau de mesures de la vitesse de traitement, en rapport à leurs capacités cognitives générales évaluées comme supérieures à la moyenne.

2. Profils cognitifs des enfants HPI

De manière générale, les recherches expérimentales tendent à montrer que les enfants HPI obtiennent souvent leurs moins bons scores dans l'indice de vitesse de traitement IVT (Liratni & Pry, 2007 ; Pereira-Fradin et al., 2010 ; Rimm, Gilman, & Silverman, 2008). L'étude de Liratni et Pry (2007) montre que les enfants HPI, à qui ils ont administré le WISC-IV, présentent généralement des performances supérieures dans les subtests Similitudes, Vocabulaire et Compréhension, qui évaluent tous trois l'indice de compréhension verbale ICV. Cependant, ils obtiennent de moins bonnes performances relatives dans les subtests Code et Symboles, qui évaluent la vitesse de traitement, bien que celles-ci restent dans la moyenne. L'étude de Pereira-Fradin et al. (2010), réalisée auprès d'enfants avec un QI total supérieur ou égal à 130 va dans le même sens que la précédente, puisque ses résultats indiquent que les subtests Code et Symboles semblent être moins bien réussis que les autres subtests qui évaluent des aptitudes différentes de la vitesse de traitement.

Nous pouvons ainsi voir que, contrairement aux recherches en psychologie cognitive qui suggèrent que les performances cognitives des enfants HPI se trouvent supérieures aux enfants tout-venant (ce qui sous-entend qu'elles le soient de manière générale dans tous les domaines cognitifs), il apparaît que ces enfants ne réussissent pas mieux que les autres les épreuves de vitesse de traitement. En effet, nous venons de voir que, bien que les enfants HPI ont des performances dans les subtests de vitesse de traitement Code et Symboles du WISC-IV qui se situent dans la moyenne (ces enfants sont donc dans les normes attendues en rapport à leur âge), ils présentent de moins bonnes performances ipsatives (c'est-à-dire par rapport à eux-mêmes) dans ces deux subtests, comparativement à d'autres épreuves comme les subtests verbaux dans lesquels leur performance est significativement supérieure à la moyenne (Liratni & Pry, 2007 ; Pereira-Fradin et al., 2010). Les études que nous venons de présenter sont néanmoins à interpréter avec prudence, puisqu'elles ne possèdent pas de groupe contrôle permettant une comparaison avec des enfants qui présentent des performances cognitives générales (un QIT) se situant dans la moyenne. Nous allons néanmoins tenter d'expliquer pour quelle(s) raison(s) les épreuves de vitesse de traitement du WISC-IV ne permettent pas de distinguer les enfants HPI des enfants tout venant. Nous allons donc voir quelles

explications peuvent être envisagées quant à l'observation de telles discordances au sein de la population d'enfants HPI, et les répercussions qu'elles seraient susceptibles d'engendrer dans les mesures de la vitesse de traitement.

III. Vitesse de traitement et capacités cognitives

1. Comment expliquer les discordances dans les profils cognitifs des enfants HPI ?

Comme nous venons de le voir, les enfants HPI n'obtiennent pas de meilleures performances dans les subtests Code et Symboles du WISC-IV que les enfants avec un QIT se situant dans la moyenne. Contrairement à ce que nous attendions, leur indice de vitesse de traitement IVT n'est donc généralement pas supérieur aux enfants qui présentent un niveau cognitif moyen. En effet, comme nous l'avons mentionné avant, étant donné que les enfants HPI obtiennent des capacités générales (mesurées par le QIT) significativement supérieures aux enfants tout-venant, nous pouvions nous attendre à ce qu'ils obtiennent de manière corolaire des performances supérieures dans l'ensemble des domaines cognitifs évalués dans le WISC-IV, dont à IVT. Or, les résultats que nous venons de présenter indiquent que leur performance ipsative dans les subtests de vitesse de traitement est de manière générale inférieure comparativement à celle qu'ils obtiennent dans les autres subtests, notamment dans les subtests qui évaluent l'indice de compréhension verbale ICV. Pour expliquer ces discordances entre ce que nous observons dans la littérature cognitive et ce que l'on observe dans le WISC-IV, nous pouvons émettre deux hypothèses principales : soit les épreuves Code et Symboles ne sont pas de bons indicateurs de la vitesse de traitement, soit la mesure de la performance dans ces deux subtests après 120 secondes n'est pas assez sensible.

La première hypothèse renvoie à la validité de l'interprétation des instruments de mesure utilisés pour évaluer la vitesse de traitement. Cette question se pose également pour l'ensemble des habiletés que nous souhaitons mesurer, comme par exemple la mémoire de travail, la flexibilité mentale, l'inhibition, etc. Les tâches ou les épreuves utilisées pour évaluer la vitesse de traitement ne sont pas encore actuellement de bons indicateurs de la vitesse de traitement. En effet, qu'il s'agisse des mesures de temps de réaction, de temps d'inspection, ou encore des épreuves Code et Symboles du WISC-IV, ces épreuves représentent des indicateurs de la vitesse comportementale d'un individu, plutôt que des indicateurs de la vitesse de leur fonctionnement neuronal (Grégoire, 2009), comme l'indice de vitesse de réponse interne que propose Salthouse (2000). Ce que nous mesurons ne représente pas les capacités internes et biologiques de vitesse de traitement de l'enfant, c'est-à-dire sa

vitesse « mentale », mais la rapidité à laquelle il est capable de mettre en œuvre un comportement visible. L'enfant se voit donc plutôt évalué au niveau de la vitesse à laquelle il peut exécuter un geste moteur, ce qui renvoie à mesurer non pas uniquement la vitesse de traitement en tant que telle, mais à y inclure également une évaluation de sa vitesse d'exécution grapho-motrice. Or, bien que le profil cognitif général des enfants HPI soit significativement supérieur à celui des enfants tout-venant, ces premiers ne présentent pas une telle avance au niveau grapho-moteur (McCloskey & Maerlender, 2004). Leurs performances dans les épreuves Code et Symboles ne reflèteraient donc pas justement leurs réelles compétences en vitesse de traitement, notamment dans le subtest Code, dans lequel la composante grapho-motrice est davantage présente que dans le subtest Symboles (McCloskey & Maerlender, 2004). Les performances des enfants HPI se retrouverait donc partiellement péjorées par leur rapidité d'exécution des commandes motrices qu'ils doivent mettre en œuvre pour répondre à la tâche demandée, puisque la vitesse d'exécution grapho-motrice est aussi en lien avec l'âge et le développement. En outre, il semble que nous ne savons toujours pas très bien ce qu'est réellement la vitesse de traitement, ce qui complique encore davantage la mise au point d'épreuves ou de tâches censées l'évaluer.

La seconde hypothèse renvoie, quant à elle, au temps imparti dont les enfants disposent pour exécuter les épreuves Code et Symboles du WISC-IV. Dans ces subtests, la performance des enfants est évaluée au terme des 120 secondes au cours desquelles ils doivent réaliser le plus rapidement possible la tâche demandée. Or, nous postulons que cette mesure après 120 secondes, c'est-à-dire au terme de ces épreuves, est trop globale et trop peu sensible aux variations de vitesse de traitement au cours de la tâche. Notre proposition est donc de découper et d'analyser les performances des enfants dans ces deux subtests par tranches de 30 secondes. Ce découpage temporel va nous permettre de recueillir un indice supplémentaire sur la manière avec laquelle les enfants répondent à la tâche, et ainsi d'observer s'ils présentent ou non des variations intra-individuelles de vitesse de traitement au cours des 120 secondes. En d'autres termes, ce découpage nous permettra de voir si les enfants gardent une performance stable au cours des différentes tranches de 30 secondes, ou si à l'inverse leur performance varie en augmentant ou bien en diminuant au cours du temps. L'intérêt de ce découpage par tranche de 30 secondes est de voir si les fluctuations de performances dans la réalisation des épreuves Code et Symboles sont mieux associées aux différences interindividuelles dans l'intelligence que la performance au terme des 120 secondes imparties à la réalisation de ces deux subtests ne semble l'être. Avant cela, nous allons définir de

manière plus précise à quoi renvoie la variabilité intra-individuelle, pour ensuite revenir à notre proposition d'une analyse plus fine des performances des enfants dans les subtests Code et Symboles, à travers l'observation des variations intra-individuelles en vitesse de traitement par tranches de 30 secondes.

2. De la variabilité interindividuelle à la variabilité intra-individuelle

Il existe différents types de variabilité dans les performances cognitives (Hultsch & MacDonald, in press ; Lautrey, 2003). La Data Box de Cattell permet d'en identifier trois types principaux. La variabilité interindividuelle, appelée aussi diversité, peut être mise en évidence par l'observation des différences entre les individus à une même tâche, réalisée à une seule reprise. Dans ce cas, la tâche est identique pour l'ensemble des individus, et l'objet d'étude se centre sur les différences qu'il existe entre les personnes dans la réalisation de cette épreuve (Hultsch & MacDonald, in press). Nous avons longuement parlé ci-avant de la variabilité interindividuelle en rapport avec les processus, notamment avec la vitesse de traitement, pouvant expliquer une partie des différences entre les individus au niveau de l'intelligence.

La variabilité intra-individuelle, quant à elle, peut être observée de deux manières différentes et fait référence aux différences qui peuvent être observées auprès d'un même individu. L'objet d'étude de ce type de variabilité se centre cette fois-ci sur les différences existant, non plus entre les individus, mais à l'intérieur d'un même individu. La première forme de variabilité intra-individuelle représente les « variations du comportement d'un même individu en fonction des variations de la situation (par exemple variation de la performance ou variation de la stratégie) » (Lautrey, 2003, p. 1). Elle renvoie donc aux différences observées chez un même individu dans la réalisation de plusieurs tâches. Elle est également appelée dispersion (Hultsch & MacDonald, in press) et peut être contrôlée dans les situations d'évaluation grâce à la standardisation des épreuves (Lautrey, 2003). La seconde forme de variabilité intra-individuelle est l'inconsistance. Elle fait référence à la « variation du comportement d'un même individu dans une même situation – une situation standardisée donc – en fonction des occasions de mesure. » (Lautrey, 2003, p.1). Elle représente donc les différences observées, chez un même individu, entre ses performances à une même tâche, réalisée plusieurs fois à des moments différents ou au travers des items. Dans ce dernier cas, il s'agit de mesures répétées (Hultsch & MacDonald, in press). La variabilité intra-individuelle pouvait auparavant être considérée comme de l'erreur de mesure, et semble le rester pour les « expérimentalistes ». Elle est cependant actuellement aussi reconnue comme une source de

variation inhérente au niveau du développement des fonctions cognitives (Lautrey, 2003) et nous offre de nouvelles pistes dans la compréhension de notre fonctionnement (Nesselroade & Ram, 2004).

Dans le cadre de notre étude, nous allons nous centrer sur la variabilité intra-individuelle définie ci-avant en tant qu'inconsistance. L'objectif est d'observer si les variations de la performance des enfants au cours de la réalisation des épreuves de vitesse de traitement sont en lien avec les capacités cognitives. Nous étudions donc, pour un même individu, les différences entre sa performance au temps T, et celle observée dans la même tâche à un autre temps de mesure qui peut être T+1, T+2, etc.

Revenons à présent sur le découpage que nous souhaitons réaliser dans les épreuves de vitesse de traitement du WISC-IV.

3. *Découpage par tranches de 30 secondes*

Comme nous venons d'en discuter ci-avant, les épreuves de vitesse de traitement n'évaluent que la vitesse comportementale, comme la rapidité grapho-motrice, et ne nous renseignent pas sur la vitesse de traitement au niveau neuronal. Elles ne traduisent donc pas de manière optimale les capacités de vitesse de traitement que les enfants présentent à un niveau organique/biologique. En effet, les performances obtenues à partir de ces épreuves de vitesse comportementale sont le reflet de la rapidité à laquelle l'enfant est capable d'exécuter un geste moteur notamment. L'enfant traite les informations de l'épreuve en fonction de la consigne qui lui est donnée, prend une décision pour y répondre, et exécute alors le plus rapidement possible le geste de réponse. Ces épreuves, comme les subtests Code et Symboles du WISC-IV que nous allons utiliser, ne permettent donc pas d'évaluer la vitesse à laquelle l'information est traitée au niveau du cortex cérébral. L'évaluation de la vitesse de traitement représente plutôt la vitesse avec laquelle l'enfant est capable d'initier et de produire rapidement une réponse, qui met en œuvre son aptitude d'exécution grapho-motrice, que la vitesse de traitement neuronale.

Nous venons aussi de voir que l'évaluation de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles ne semble pas être « optimale » sur le plan comportemental, puisque la vitesse d'exécution grapho-motrice dépend aussi en partie de l'âge et du niveau de développement de l'enfant. Ainsi, les enfants qui obtiennent les meilleures compétences cognitives (enfants HPI) pourraient être limités par leur vitesse d'exécution grapho-motrice, ce qui se manifesterait par une performance globale inférieure dans les subtests Code et Symboles à celle qu'ils seraient

effectivement capable de mettre en œuvre d'un point de vue neuronal (McCloskey & Maerlender, 2004). Ce score global, traduisant la performance de l'enfant au terme des 120 secondes imparties aux épreuves de vitesse de traitement, ne permettrait pas de rendre compte de manière sensible de la performance de l'enfant au cours du temps, c'est-à-dire de la présence d'éventuelles fluctuations en vitesse de traitement. Par exemple, bien que les enfants HPI semblent présenter des performances à un niveau ipsatif inférieures dans les épreuves de vitesse de traitement comparativement aux épreuves évaluant d'autres domaines cognitifs, l'analyse de la performance globale en vitesse de traitement (après 120 secondes) ne nous indique pas si l'enfant est capable d'augmenter sa performance au fil des épreuves. Une variation dans la performance en vitesse de traitement au cours des tranches de 30 secondes pourrait par exemple traduire la mise en œuvre par l'enfant de processus d'apprentissage ou de stratégies lui permettant d'augmenter sa performance au cours du temps, et ce bien que son score global soit dans la moyenne. Il semble donc important de pouvoir analyser la performance des enfants en vitesse de traitement de manière plus précise, pour pouvoir observer si celle-ci varie ou non et de quelle manière.

Nous allons donc proposer, comme nous l'avons évoqué précédemment, une alternative à l'évaluation « classique » de la performance des enfants dans les subtests Code et Symboles. Afin de rendre compte de manière plus précise et sensible des performances des enfants dans ces deux épreuves de vitesse de traitement, nous allons les découper puis les analyser par tranches de 30 secondes, comme suggèrent de le faire McCloskey et Maerlender en 2004. Selon Jensen (1992) et Lecerf et Fagot (2010), il existe bien un lien entre la variabilité intra-individuelle au niveau des performances vitesse de traitement au cours du temps et les performances cognitives. Ainsi, les fluctuations de la vitesse de traitement lors de la réalisation des épreuves Code et Symboles du WISC-IV pourraient permettre de mieux rendre compte et de mieux expliquer les différences interindividuelles que nous retrouvons dans l'intelligence que ne le fait la performance finale (au terme des 120 secondes imparties aux épreuves). L'intérêt de ce découpage par 30 secondes est donc de voir si les fluctuations de la vitesse de traitement dans ces deux épreuves sont mieux associées aux capacités cognitives que le score global en vitesse de traitement ne l'est. Nous nous attendons à ce que la relation entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et les capacités cognitives soit significative et positive, et que cette relation traduise le fait que plus les enfants montrent de bonnes capacités cognitives et plus ils augmentent leur performance en vitesse de traitement au cours du temps (ce qui se manifesterait par la présence d'une variabilité-intra individuelle

élevée au niveau de la vitesse de traitement). Nous développerons un peu plus tard nos attentes dans les hypothèses théoriques.

Etant donné que les subtests Code et Symboles se déroulent sur une durée totale de 120 secondes, le découpage proposé s'effectue en 4 tranches : la première tranche correspond aux 30 premières secondes de la tâche, la deuxième aux secondes 30 à 60, la troisième aux secondes 60 à 90, et enfin la dernière tranche correspond aux 30 dernières secondes (secondes 90 à 120). Penchons-nous à présent sur deux études qui ont déjà été menées empiriquement à ce jour sur le découpage des subtests Code et Symboles par tranches de 30 secondes.

4. Recherches empiriques sur le découpage des subtests Code et Symboles par tranches de 30 secondes

Il existe à ce jour très peu de recherches théoriques et empiriques sur le découpage par tranches de 30 secondes des subtests Code et Symboles des échelles d'intelligence de Wechsler. Nous allons passer en revue les deux études réalisées à ce sujet, pour identifier ce qu'elles nous permettent de tirer comme conclusions ou pistes d'hypothèses pour notre recherche.

Dumont, Farr, Willis et Whelley (1998) ont étudié les fluctuations de la vitesse de traitement par tranches de 30 secondes dans le subtest Code du WISC-III, auprès de 351 enfants scolarisés aux États-Unis de 8 à 16 ans (âgés en moyenne de 11.3 ans), et présentant des difficultés d'apprentissage (moyenne QIT égale à 92.4). Ces auteurs s'attendaient à ce que les enfants augmentent leur performance au cours des tranches de 30 secondes dans le subtest Code. Les résultats montrent, en tenant compte de l'ensemble de l'échantillon, que cela n'est pas le cas et constatent même une baisse constante du nombre d'items traités par les enfants au cours du temps (de la première tranche de 30 secondes à la quatrième tranche), indépendamment du QIT et du type de difficultés que ces enfants présentent. La majorité des enfants (67.3%) diminuent leur performance de la première tranche de 30 secondes à la deuxième, contre seulement 13.8% qui gardent une performance constante, et 18% qui diminuent leur performance au cours de ces deux mêmes tranches. Ces auteurs suggèrent que la baisse de performance en vitesse de traitement au fil du temps, c'est-à-dire au cours des 120 secondes imparties à la réalisation de l'épreuve Code fait plutôt partie de la « norme » que de l'exception. Ils nous rendent ainsi attentifs au fait que ce pattern de diminution des performances au cours des tranches de 30 secondes, présent chez la majorité des enfants de cet échantillon, ne doit pas être attribué de manière systématique à un manque de motivation de la part des enfants à effectuer la tâche, mais plutôt à une caractéristique intrinsèque dans

leur façon de traiter l'information. Un dernier résultat semble important à relever dans cette étude : les profils de variations de la performance au cours des tranches de 30 secondes ne permettent pas non plus de différencier les enfants en fonction de leur QIT, ni du type de difficultés d'apprentissage qu'ils présentent. Cette étude montre donc que les enfants qui présentent des difficultés d'apprentissage tendent à présenter une variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement au cours des 120 secondes (qui se traduit par une diminution des performances au cours des tranches de 30 secondes et non par une augmentation), plutôt qu'à maintenir des performances stables durant les 4 tranches de 30 secondes de l'épreuve Code du WISC-III. Mais qu'en est-il des enfants qui ne présentent pas de difficultés d'apprentissage, ainsi que de ceux qui présentent des capacités cognitives élevées ? Retrouve-t-on les mêmes patterns au niveau de la variabilité intra-individuelle ou non dans les subtests Code et Symboles du WISC-IV?

Ryan, Kreiner, Bartels, Tree et Schnakenberg-Ott (2006) ont quant à eux mesuré les fluctuations de la vitesse de traitement par tranches de 30 secondes dans les subtests Code et Symboles de la WAIS-III, auprès de 104 jeunes adultes étudiants (âgés en moyenne de 22 ans) aux États-Unis. La WAIS-III évalue les capacités intellectuelles, tel que le fait le WISC-IV, mais auprès d'une population adulte. Ces auteurs s'attendaient à ce que les jeunes adultes augmentent constamment leur performance au cours des tranches de 30 secondes dans les subtests Code et Symboles, ce qui pourrait traduire le fait qu'ils soient capables de mettre en œuvre leurs capacités d'apprentissage au fil des épreuves. Les résultats de cette étude ne vont pas dans ce sens et indiquent que pour les subtests Code et Symboles, l'augmentation des performances à travers le temps, c'est-à-dire de la première tranche de 30 secondes à la quatrième, n'est pas observée. De manière générale, les jeunes adultes diminuent leur performance en vitesse de traitement de la première tranche de 30 secondes à la deuxième, ce qui montre qu'ils traitent en moyenne moins d'items dans la deuxième tranche que dans la première. Pour le subtest Code, ils augmentent ensuite légèrement leur performance de la deuxième à la quatrième tranche de 30 secondes, alors que pour le subtest Symboles ils stabilisent leur performance de la deuxième à la quatrième tranche. Mais qu'en est-il des fluctuations de la vitesse de traitement auprès des enfants tout-venant?

Ces deux études nous offrent quelques éléments qui nous font entrevoir de quelle manière les enfants avec des difficultés d'apprentissage, ainsi que les adultes traitent les informations des épreuves de vitesse de traitement dans les échelles d'intelligence de Wechsler. Nous pouvons constater qu'il n'existe encore à ce jour aucune étude réalisée auprès d'enfants issus d'une

population tout-venant, et évalués à partir du WISC-IV. En effet, l'étude de Dumont et al. (1998) n'est pas très récente, se base sur une version plus ancienne du WISC (le WISC-III), et évalue une population spécifique puisque son échantillon est composé d'enfants présentant des difficultés d'apprentissage. Ces résultats ne sont donc pas généralisables, ni au WISC-IV, ni auprès d'une population tout-venant. Nous pouvons également souligner qu'avec le passage du WISC-III au WISC-IV, des changements dans les épreuves ont été proposés (dont nous avons déjà fait mention ci-avant). De nouvelles données à partir du WISC-IV sont donc nécessaires. Quant à eux, les résultats de Ryan et al. (2006) sont issus d'une population de jeunes adultes. Ils permettent d'orienter nos hypothèses quant aux fluctuations de la vitesse de traitement dans la réalisation des épreuves Code et Symboles auprès d'une population d'enfants « tout-venant », sans toutefois avoir la certitude que ces derniers montrent des profils de traitement similaires aux jeunes adultes.

Dans notre étude, nous souhaitons voir s'il existe un lien entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles du WISC-IV et les capacités cognitives auprès d'une population d'enfants « tout-venant ». Nous allons analyser les variations de performance en vitesse de traitement par tranches de 30 secondes, comme cela a été fait dans les deux études que nous venons de présenter. Nous souhaitons identifier de quelle(s) manière(s) les enfants traitent l'information dans ces deux épreuves de vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes. Nous pourrions ainsi voir si les enfants tendent à présenter des performances en vitesse de traitement plutôt stables au cours du temps (témoignant d'une faible variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement), ou si à l'inverse leurs performances fluctuent au cours des tranches de 30 secondes en augmentant ou en diminuant (témoignant d'une variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement plus importante).

L'objectif est d'analyser si les variations intra-individuelles de la vitesse de traitement au cours des épreuves Code et Symboles sont liées aux capacités cognitives et si elles sont similaires ou différentes en fonction du QIT. En effet, nous pouvons penser, comme l'ont supposé Dumont et al. (1998) et Ryan et al. (2006) auprès de populations différentes de la notre, que les enfants ont tendance à augmenter leurs performances au cours des 4 tranches de 30 secondes dans les subtests Code et Symboles, puisqu'ils mobiliseraient par exemple leurs capacités d'apprentissage ou auraient recours à des stratégies au fil des épreuves. Cela se traduirait alors par une augmentation du nombre d'items traités au cours du temps, et donc par une augmentation de la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement. Or, les enfants

qui possèdent les meilleures capacités cognitives devraient être ceux qui seraient les plus à même de mobiliser de telles compétences d'apprentissage ou de recourir à d'autres stratégies pour augmenter leur performance en vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes. Puisque par définition ils possèdent les meilleures compétences cognitives, cela suppose aussi de manière implicite qu'ils seraient meilleurs pour mettre en place des stratégies afin d'augmenter leur performance au cours des épreuves de vitesse de traitement. Par exemple, s'ils apprennent et donc mémorisent au fil de l'épreuve Code les associations entre les chiffres et les formes géométriques correspondantes, alors ils auraient de moins en moins besoin de regarder les items de références pour compléter l'épreuve, et seraient alors plus rapides et donc plus performants au fil du subtest. En revanche, nous pouvons penser que les enfants qui possèdent des compétences cognitives générales dans la moyenne ou inférieures seraient moins à même que les enfants avec les meilleures compétences cognitives de recourir à des stratégies ou à leurs capacités d'apprentissage au cours des épreuves Code et Symboles. Nous nous attendons donc à ce que leurs performances restent relativement stables au cours du temps, témoignant ainsi d'une faible variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement. Pour identifier s'il existe un lien entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement dans les épreuves Code et Symboles et les capacités cognitives, nous allons dans un premier temps nous intéresser à la corrélation entre ces deux variables. Nous choisirons également d'analyser les profils de variations de la performance en vitesse de traitement entre les 4 tranches de 30 secondes en expliquant ce choix dans nos hypothèses.

D. HYPOTHESES THEORIQUES

I. Hypothèse 1 : Corrélation entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et les indices du WISC-IV

1. *Corrélation ente la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et les capacités cognitives générales*

À travers la littérature scientifique que nous venons de présenter, si nous faisons l'hypothèse que les enfants qui possèdent de meilleures compétences cognitives ont une plus grande vitesse de traitement des informations, alors nous devrions observer une relation entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement (se manifestant par une augmentation de la performance en vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes dans les épreuves Code et Symboles) et les performances cognitives. En effet, nous pensons que les enfants qui possèdent les meilleures compétences cognitives seraient davantage capables que les enfants qui possèdent des compétences cognitives dans la moyenne ou inférieures de

mettre en œuvre des stratégies rapides et efficaces, ainsi que leurs capacités d'apprentissage (et donc de mémorisation) au fil des épreuves de vitesse de traitement. L'utilisation de ces stratégies et de leurs capacités d'apprentissage se traduirait alors par une augmentation de leur performance au cours des tranches de 30 secondes dans les épreuves Code et Symboles. Nous postulons donc qu'il existe une relation linéaire positive et significative entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement dans les épreuves Code et Symboles du WISC-IV et les capacités cognitives générales.

2. Corrélations entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et l'intelligence fluide et cristallisée

Les recherches scientifiques que nous venons de voir nous indiquent qu'il existe un lien entre les mesures de la vitesse de traitement et les mesures de l'intelligence, et plus particulièrement avec les mesure d'intelligence fluide et du QI performance (Crawford, Deary, Allan, & Gustafsson, 1998 ; Mackintosh & Bennett, 2002). La vitesse de traitement ferait donc davantage appel à l'intelligence fluide qu'à l'intelligence cristallisée. Pour résoudre une tâche de vitesse de traitement, nous devons résoudre un problème nouveau le plus rapidement possible, sans que nous ayons besoin de recourir par exemple à nos connaissances linguistiques qui mobilisent nos capacités au niveau de l'intelligence cristallisée. Nous postulons donc que la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement devrait corrélérer de manière significative et positive avec les tâches qui mesurent l'intelligence fluide, mais pas avec les tâches qui mesurent l'intelligence cristallisée.

Or, il apparaît que l'indice de raisonnement perceptif IRP du WISC-IV contient une importante composante d'intelligence fluide, bien qu'il comporte également une composante visuo-spatiale (Turon-Lagot, 2012, Wechsler, 2005). Le passage de l'indice d'organisation perceptive IOP du WISC-III, à celui de raisonnement perceptif IRP dans le WISC-V (avec l'intégration du terme « raisonnement », évocateur de l'intelligence fluide, ainsi que de changements dans les subtests qu'il contient) reflèterait également davantage le rôle de l'intelligence fluide au sein de cet indice factoriel (Wechsler, 2005). L'indice de compréhension verbale ICV, quant à lui, serait un indicateur de l'intelligence cristallisée (Grégoire, 2009, Turon-Lagot, 2012).

À partir de ces observations, nous postulons que la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement devrait corrélérer de manière significative et positive avec IRP (qui est notamment un indicateur de l'intelligence fluide), mais pas avec ICV (qui est notamment un indicateur de l'intelligence cristallisée).

II. Hypothèse 2 : Relation entre les profils de variations intra-individuelles de la vitesse de traitement et les capacités cognitives générales

De manière plus précise, nous avons choisi de nous centrer sur le lien entre les « profils » de variations intra-individuelles de la vitesse de traitement dans les épreuves Code et Symboles et les capacités cognitives générales. En effet, notre hypothèse précédente (hypothèse I.1.) postule l'existence d'une corrélation significative et positive entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et les capacités cognitives générales. Nous supposons implicitement, comme énoncé précédemment, que plus les enfants ont de bonnes capacités cognitives, et plus ils sont capables de mettre en œuvre leurs capacités d'apprentissage, ainsi que des stratégies au cours de la réalisation des épreuves de vitesse de traitement. Cet apprentissage et cette utilisation de stratégies se traduirait alors par une augmentation de la vitesse de traitement des informations chez ces enfants, puisqu'ils seraient capables de traiter davantage d'éléments ou d'items au cours des tranches de 30 secondes. Cette augmentation de la performance au cours de la réalisation des subtests Code et Symboles se manifesterait donc par la présence d'une variabilité intra-individuelle plus ou moins importante au niveau de la vitesse de traitement.

Or, l'analyse de la corrélation entre les compétences cognitives générales et la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement ne nous permet pas de distinguer si cette dernière se caractérise chez l'enfant par une augmentation ou par une diminution de ses performances en vitesse de traitement au cours des tranches de 30 secondes. Une variabilité intra-individuelle plus importante pourrait traduire un déclin des performances, et non une augmentation comme nous l'attendons chez les enfants qui présentent les meilleures capacités cognitives. La corrélation n'est donc pas suffisante pour déterminer de quelle manière la performance de l'enfant fluctue au cours des tranches de 30 secondes (c'est-à-dire si les performances en vitesse de traitement augmentent, diminuent ou encore restent stables au cours du temps). D'où l'intérêt de nous pencher sur l'observation des profils de variations intra-individuelles de la vitesse de traitement, en lien avec les capacités cognitives.

Nous postulons ainsi que les enfants pour qui la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement se traduit par une augmentation des performances au cours des tranches de 30 secondes dans les épreuves de vitesse de traitement Code et Symboles sont ceux qui possèdent les meilleures capacités cognitives. À l'inverse nous faisons l'hypothèse que les enfants qui possèdent des capacités cognitives dans la moyenne ou inférieures présentent une faible variabilité intra-individuelle au niveau de la vitesse de traitement.

PARTIE EXPERIMENTALE

A. METHODOLOGIE

Comme nous l'avons déjà mentionné, cette étude s'inscrit dans le cadre d'un fond national de recherche suisse, qui vise à étudier la stabilité des indices du WISC-IV à travers le temps, sur une durée totale de trois années.

I. Échantillon

Notre échantillon comporte 199 enfants « tout-venant », dont 112 filles et 87 garçons, âgés entre 7 ans et 12 jours et 11 ans 5 mois et 26 jours. Leur âge moyen s'élève à 8 ans et 8 mois, avec un écart-type de 1 mois. Ces enfants sont tous scolarisés dans les écoles primaires du canton de Genève au moment de l'administration du WISC-IV. Ils n'ont ni sauté de classe, ni redoublé au cours de leur scolarité.

1. Matériel : le WISC-IV

Nous allons mesurer les capacités cognitives des enfants de notre échantillon à l'aide de la quatrième édition de l'échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants, le WISC-IV (Wechsler, 2005). Le WISC-IV contient un manuel d'administration et de cotation (Wechsler, 2005), un manuel d'interprétation, un livret de stimuli, un cahier d'administration, un pour l'administration des subtests Code et Symboles et un pour l'administration du subtest Barrage, une boîte de 9 cubes pour l'administration du subtest Cubes, une grille de correction pour le subtest Code, une grille de correction pour le subtest Symboles et une grille de correction pour le subtest Barrage (subtest additionnel). Le manuel d'administration et de cotation indique le matériel nécessaire à l'administration du WISC-IV. Ce matériel se trouve dans la mallette qui contient un chronomètre et un crayon sans gomme pour le psychologue qui administre le test, et un crayon sans gomme pour que l'enfant puisse noter ses réponses dans certains subtests. L'ordre d'administration des différents subtests est également prédéfini de manière à respecter la standardisation du test.

2. Les subtests du WISC-IV

Le WISC-IV est composé de 10 subtests principaux (ou épreuves), et de 5 subtests additionnels. Dans le cadre de notre recherche, l'ensemble de ces 10 subtests principaux a été administré aux enfants, ainsi que le subtest additionnel Complètement d'images. Nous ne détaillerons pas ici les 4 autres subtests additionnels, puisque nous ne les avons pas administrés aux enfants. Les subtests du WISC-IV peuvent être regroupés pour former le QIT

et 4 indices principaux. Ainsi, les subtests Similitudes, Vocabulaire et Compréhension sont regroupés pour évaluer la compréhension verbale (indice ICV); les subtests Cubes, Identification de concepts et Matrices et Complètement d'images (ce dernier subtest est optionnel) évaluent le raisonnement perceptif (indice IRP); les subtests Mémoire des chiffres et Séquence lettres-chiffres mesurent la mémoire de travail (indice IMT); et enfin les subtests Code et Symboles évaluent la vitesse de traitement (indice IVT). Pour chaque subtest, le matériel, les règles, le chronométrage s'il est présent, ainsi que les directives générales sont rappelés dans le manuel d'administration et de passation.

Nous allons présenter l'ensemble de ces 10 subtests, en détaillant plus particulièrement les deux subtests de vitesse de traitement Code et Symboles, puisqu'ils sont cruciaux quant aux objectifs de notre recherche.

(1) Le subtest Similitudes

Le subtest Similitudes contient 23 items de complexité croissante. Il fait appel à la capacité de l'enfant d'abstraire le concept commun entre deux mots et à former des catégories au niveau verbal. Sa saturation avec le facteur de compréhension verbale est de .72 et de .77 avec le facteur g (Grégoire, 2009). Il permet d'évaluer le raisonnement et la compréhension au niveau verbal, et plus spécifiquement la capacité à abstraire des concepts et des catégories (Grégoire, 2009 ; Wechsler, 2005). Dans cette épreuve, l'enfant doit dire à haute voix les similitudes ou les ressemblances qu'il trouve entre deux mots énoncés par l'expérimentateur (figure 1). Le subtest Similitudes ne contient pas de limites de temps. Pour chaque item, l'enfant se voit attribuer une note entre 0 (qui correspond à une réponse erronée et à la non abstraction du concept commun aux deux mots), 1 (qui correspond à une réponse partiellement correcte) et 2 (qui correspond à une réponse totalement correcte, dénotant de la capacité d'abstraction du concept commun entre les deux mots). Par exemple, l'expérimentateur demande oralement à l'enfant en quoi les mots chat et souris se ressemblent (item 4). L'enfant obtient 2 points s'il répond que ce sont des animaux, 1 point s'il répond qu'ils ont tous deux des moustaches, et 0 point s'il dit qu'il peut les caresser. Au total, la note brute maximale qu'il est possible d'obtenir à l'épreuve Similitudes est de 44.

14. Bois-Brique	0	1	2
15. Electricien-Plombier	0	1	2
16. Glace-Vapeur	0	1	2
17. Pétrole-Gaz	0	1	2
18. Éphémère-Permanent	0	1	2

→ Si l'enfant ne donne pas une réponse correcte, lui donner la réponse indiquée dans le Manuel d'administration et de cotation.

Suite →

4

Figure 1 : Exemples d'items (items 14 à 18) du subtest Similitudes.

(2) Le subtest Vocabulaire

Le subtest Vocabulaire contient 36 items de complexité croissante. Sa saturation avec le facteur de compréhension verbale est de .75 et avec le facteur g de .80 (Grégoire, 2009). Il évalue de manière fiable la compréhension et la formation de concepts au niveau verbal, ainsi que les connaissances lexicales (Grégoire, 2009 ; Wechsler 2005). Pour chaque item, l'enfant doit donner une définition du mot prononcé (ou montré en image pour les quatre premiers items) par l'expérimentateur. Il peut obtenir une note entre 0 (réponse erronée), 1 (réponse partiellement correcte) et 2 (réponse correcte, attestant de la compréhension du mot énoncé) (figure 2). La note maximale brute qu'il est possible d'obtenir pour l'ensemble de ce subtest est de 68.

9-11	7. Voche	0	1	2
	8. Gant	0	1	2
12-16	9. Alphabet	0	1	2
	10. Nénuphar	0	1	2
	11. Silence			

Figure 2 : Exemples d'items (items 7 à 11) du subtest Vocabulaire.

(3) Le subtest Compréhension

Le subtest Compréhension comprend 21 items de difficulté croissante. Sa saturation avec le subtest de compréhension verbale et avec le facteur g est de .62 (Grégoire, 2009). Il évalue l'intelligence cristallisée, le raisonnement verbal, la compréhension de mots ou d'expressions (Grégoire, 2009 ; Wechsler, 2005). L'expérimentateur énonce le ou les mots que l'enfant doit

alors tenter de définir (figure 3). Ce subtest ne contient pas de limite de temps. Pour chaque item, l'enfant peut obtenir une note entre 0 (qui dénote un manque de compréhension de l'item), 1 (qui indique une compréhension partielle de l'item) et 2 (qui montre une bonne compréhension de l'idée générale de l'item). Au total, l'enfant peut obtenir une note maximale de 42 à ce subtest.

2. Portefeuille	0	1	2
3. Légumes	0	1	2
*4. Fumée	0	1	2
5. Ceinture	0	1	2
6. Bouteilles vides			

Figure 3 : Exemples d'items (items 2 à 6) du subtest Compréhension.

(4) Le subtest Cubes

Le subtest Cubes est le premier subtest à être présenté dans le manuel de passation. Il évalue le raisonnement perceptif, notamment les compétences d'analyse et de raisonnement au niveau visuo-spatial, ainsi que la coordination visuo-motrice (Grégoire, 2009, Wechsler, 2005). Sa saturation avec le facteur de raisonnement perceptif est de .52 et avec le facteur g de .50 (Grégoire, 2009). Cette épreuve est chronométrée et comporte 14 items de difficulté croissante. Pour chaque item, l'expérimentateur présente un modèle à l'enfant (une image visuelle) qui se trouve dans le livre de stimuli. L'enfant doit reproduire le plus rapidement possible le modèle à l'aide de 2, 4 ou 9 cubes bicolores (figure 4). Des limites de temps sont définies dans ce subtest. L'enfant peut obtenir une note de 0 (item non réussi ou réussi après le temps imparti), 1 (réussite au second essai) ou 2 (réussite au premier essai) pour les trois premiers items. Pour les items 4 à 8, il peut obtenir une note de 0 à 4, et pour les items suivants une note de 0 à 7. Des points additionnels peuvent être obtenus dans ces derniers items, si le temps que l'enfant met pour les résoudre est suffisamment court (les critères exacts de temps sont notés dans le cahier de passation). La note brute maximale qu'il est possible d'obtenir est de 68, et de 50 si nous ne prenons pas en compte les points de bonification des derniers items.

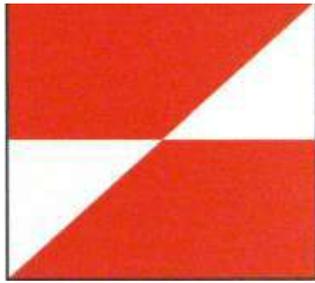


Figure 4 : Exemple d'item (item 8) du subtest Cubes.

(5) Le subtest Identification de concepts

Dans le subtest Identification de concepts, chaque item du cahier de stimuli est composé de plusieurs images rangées par lignes. Sa saturation avec le facteur de raisonnement perceptif est de .44 et avec le facteur g de .46 (Grégoire, 2009). La figure 5 illustre l'item 19, dans lequel se trouvent trois rangées composées, chacune composée de 4 images. L'expérimentateur demande à l'enfant de déterminer lesquelles de ces images vont ensemble, en indiquant une dans chaque rangée. L'enfant doit donc extraire un concept commun aux trois images. Ce subtest évalue le raisonnement catégoriel et inductif, ainsi que la capacité d'analyse visuelle (Grégoire, 2009, Wechsler, 2005). Il comporte 28 items de difficulté croissante, pour lesquels l'enfant peut obtenir une réponse entre 0 (réponse erronée) et 1 (réponse correcte). La note brute totale maximale qu'il est possible d'obtenir est de 28.



Figure 5 : Exemple d'item (item 19) du subtest Identification de concepts.

(6) Le subtest Matrices

Le subtest Matrices contient en totalité 35 items de difficulté croissante. Sa saturation avec le facteur de raisonnement perceptif est de .51 et avec le facteur g de .55 (Grégoire, 2009). Ce subtest évalue l'intelligence fluide, l'induction et le traitement de l'information visuo-spatiale (Grégoire, 2009 ; Wechsler). L'expérimentateur présente à l'enfant, à partir du livret de stimuli, une matrice dont il manque un élément (figure 6). L'enfant doit choisir, parmi 5

éléments possibles, celui qui complète correctement la matrice. Ce subtest ne comprend pas de limite de temps. L'enfant peut obtenir, pour chaque item, une note entre 0 et 1, et une note brute totale maximale de 35.

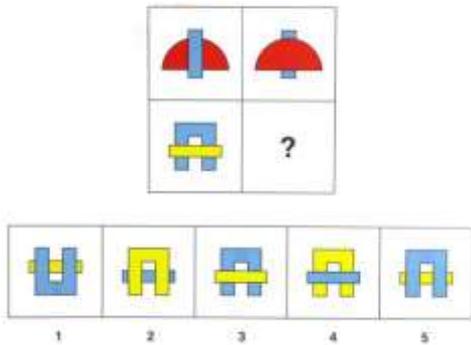


Figure 6 : Exemple d'item du subtest Matrices.

(7) Le subtest Mémoire des chiffres

Le subtest Mémoire des chiffres se subdivise en deux parties : une partie en ordre direct et une partie en ordre inverse, qui comportent chacune 8 items de difficulté croissante. Sa saturation avec le facteur de mémoire de travail est de .54 et avec le facteur g de .47 (Grégoire, 2009). Cette épreuve évalue notamment l'empan mnésique (mémoire à court terme), la mémoire de travail et l'attention (Grégoire, 2009 ; Wechsler, 2005). Pour chaque item, deux essais sont présentés (figure 7). Dans la partie en ordre direct, l'expérimentateur énonce à voix haute de 2 à 9 chiffres. Une fois l'ensemble des chiffres dictés, l'enfant doit aussi les répéter à voix haute, et ce dans le même ordre que l'expérimentateur. Dans la partie en ordre inverse, l'expérimentateur énonce de la même façon les chiffres pour chaque item, mais cette fois-ci, l'enfant doit les répéter à l'envers. À chaque item, l'enfant peut obtenir une note de 0, 1 ou 2, et une note maximal brute totale de 16 pour la partie en ordre directe, et de 16 pour la partie en ordre inverse, et donc un total de 32 pour l'ensemble du subtest.

6-16 Ex	8-2	0 1	0 1 2
	5-6		
1.	2-1 1-3	0 1	0 1 2
2.	3-5 6-4	0 1	0 1 2
3.	5-7-4 2-5-9	0 1	0 1 2

Figure 7 : Exemples d'items (items d'exemple et items 1 à 3) du subtest Mémoire des chiffres en ordre inverse.

(8) Le subtest Séquence lettres-chiffres

Séquence lettres-chiffres est un subtest qui comprend 10 items de difficulté croissante. Sa saturation avec le facteur de mémoire de travail est de .68 et avec le facteur g de .57 (Grégoire, 2009). Ce subtest évalue notamment la mémoire à court terme et la mémoire de travail, l'attention et la capacité de manipulation mentale (Grégoire, 2009 ; Wechsler, 2005). Il contient des lettres et des chiffres que l'expérimentateur énonce à haute voix (figure 8). L'enfant doit les restituer à haute voix, en commençant par énoncer les lettres, puis les chiffres, et ce, en les rangeant dans l'ordre alphabétique pour les lettres, et par ordre de grandeur croissant pour les chiffres. Pour chaque item, l'enfant peut obtenir une note entre 0 et 3, et la note brute maximale est de 30.

2.	1.	C-4	4-C	C-4	0 1	0 1 2 3
	2.	5-E	5-E	E-5	0 1	
	3.	D-3	3-D	D-3	0 1	
3.	1.	B-1-2	1-2-B	B-1-2	0 1	0 1 2 3
	2.	1-3-C	1-3-C	C-1-3	0 1	
	3.	2-A-3	2-3-A	A-2-3	0 1	

Figure 8 : Exemple d'items (items 2 et 3) du subtest Séquence Lettres-Chiffres.

(9) Le subtest Code

Le subtest Code comporte deux formes : le code A pour les enfants de 6 ans à 7 ans et 11 mois, et le code B pour les enfants de 8 ans à 16 ans et 11 mois (figure 9). Sa saturation avec le facteur de vitesse de traitement est de .71 et avec le facteur g de .36. Il évalue la vitesse de traitement, et fait appel à la mémoire visuelle à court terme, à la vitesse grapho-motrice, à l'attention et à la concentration, ainsi qu'à la coordination visuo-motrice (Grégoire, 2009 ; Wechsler, 2005). Des items d'entraînement sont présentés afin de s'assurer que l'enfant comprenne bien la consigne demandée. Ces items permettent aussi d'ajuster la position dans laquelle nous présentons la feuille du subtest à l'enfant en fonction de sa latéralité, afin de ne pas freiner sa vitesse d'exécution motrice. Le code A est composé de formes, chacune associée à un signe particulier. L'enfant doit compléter les plus vite possible les formes vides par le signe qui lui correspond. Le code B (figure 6) se compose quant à lui, non plus de formes mais de chiffres, chacun associé à une forme particulière. L'enfant doit compléter le plus vite possible les formes vides par le signe qui lui correspond. Les versions A et B du subtest Code sont chronométrées, et l'enfant est stoppé s'il n'a pas terminé l'épreuve au bout des 120 secondes imparties à l'épreuve.

Étant donné que nous souhaitons observer si les fluctuations de vitesse de traitement dans le subtest Code sont en lien avec les capacités cognitives, nous comptabiliserons les items réussis, non pas au bout de 120 secondes comme il est indiqué dans le manuel d'administration et de cotation du WISC-IV (Wechsler, 2005), mais pour chaque tranche de 30 secondes, comme McCloskey et Maerlender (2004) l'ont suggéré. Le nombre d'items que l'enfant traite est donc évalué à 4 reprises, puisque l'épreuve dure 120 secondes au maximum. Pour cela, après avoir enclenché le chronomètre lorsque l'enfant commence l'épreuve (juste après la fin de la consigne), nous notons au bout de 30 secondes, 60 secondes, 90 secondes, et 120 secondes le numéro d'item que l'enfant est en train de traiter sans le stopper. Une fois l'épreuve terminée, nous comptons le nombre d'items traités dans chacune des tranches, en soustrayant le numéro de l'item identifié au terme des 30 secondes, par celui de la tranche précédente. La note brute de l'enfant est calculée pour chaque tranche de 30 secondes. La note brute maximale qu'il est possible d'obtenir au terme des 120 secondes pour le code A est de 65, et de 119 pour le code B.

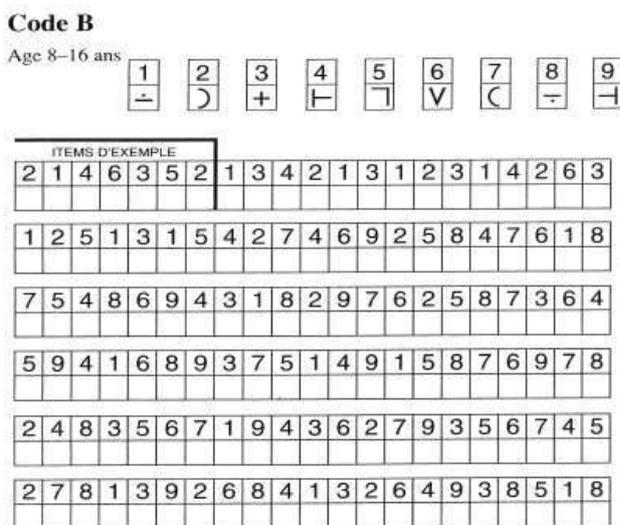


Figure 9 : Exemples d'items du subtest Code, version B.

(10) *Le subtest Symboles*

Tout comme le subtest Code, le subtest Symboles comporte deux versions : une version A pour les enfants de moins de 8 ans, et une version B pour les enfants de 8 ans à 16 ans et 11 mois. Sa saturation avec le facteur de vitesse de traitement est de .67 et avec le facteur g de .43 (Grégoire, 2009). Ce subtest évalue la vitesse de traitement, la coordination visuo-motrice, la flexibilité mentale, la discrimination visuelle et la concentration (Grégoire, 2009 ; Wechsler, 2005). Dans la partie A, l'expérimentateur présente à l'enfant 45 séries de

(11) *Le subtest Complètement d'images*

Le subtest Complètement d'images comprend 1 item d'exemple et 38 items de difficulté croissante. Sa saturation avec le facteur de raisonnement perceptif est de .50 et avec le facteur g de .51 (Grégoire, 2009). Il évalue la reconnaissance visuelle, les capacités visuo-spatiales et l'intelligence cristallisée (Grégoire, 2009). Les items de ce subtest sont des images (contenues dans le livret de stimuli), dont il manque pour chacune un élément. La tâche de l'enfant consiste à identifier et à indiquer à l'expérimentateur l'élément manquant sur chaque image présentée. Pour chaque item, l'enfant a 20 secondes au maximum pour tenter de fournir une réponse correcte. Il peut obtenir une note de 0 (qui indique une réponse erronée) ou 1 (qui indique une bonne réponse). Au total, l'enfant peut atteindre une note brute maximale de 38 à ce subtest.

3. Administration

Différentes règles régissent l'administration du WISC-IV. Elles permettent de standardiser la passation et la cotation de cette échelle d'intelligence, pour ainsi minimiser l'influence de variables parasites sur les performances des sujets évalués. Il existe des règles de départ qui indiquent à l'expérimentateur à partir de quel item commencer l'administration de chaque subtest, des règles de retour lorsque l'enfant échoue les premiers items administrés, et des règles d'arrêt qui spécifient la fin de l'administration de chaque subtest en fonction de la réussite et/ou de l'échec aux items précédents.

Maintenant que nous avons présenté l'ensemble des subtests qui composent le WISC-IV, nous allons nous intéresser à la façon dont nous l'avons administré aux enfants de notre échantillon et aux analyses réalisées ensuite, afin de pouvoir tester les hypothèses opérationnelles que nous formulerons après la procédure.

II. Procédure

1. Démarches préalables et administration du WISC-IV

Avant de pouvoir administrer le WISC-IV aux enfants, nous avons recueilli auprès du Département de l'Instruction Publique et de la commission « Recherches dans les écoles » l'ensemble des autorisations nécessaires au déroulement de notre recherche, puis auprès de l'ensemble des parents des enfants de notre échantillon.

Une fois ces démarches administratives achevées, le WISC-IV a pu être administré auprès des enfants, et ce au sein même de leur établissement scolaire. Lors de chaque administration, deux adultes étaient présents pour l'administration de l'échelle d'intelligence de Wechsler. Un

premier adulte présentait de manière générale l'objectif de l'étude à l'enfant et lui administrait les différents subtests. Le second récoltait les informations personnelles relatives à l'enfant : nom de famille, prénom, sexe, classe, âge, établissement scolaire, profession des parents et latéralité, ainsi que ses réponses. Cet expérimentateur retranscrivait directement les scores et les réponses de l'enfant dans le cahier de passation. L'ensemble de l'administration du WISC-IV s'est déroulée, pour chaque enfant, en deux périodes de 45 minutes, ces temps pouvant fluctuer de quelques minutes en fonction de la rapidité à laquelle l'enfant résolvait les épreuves, et du niveau qu'il atteignait dans les subtests.

2. Analyse des données

Nous allons calculer les indices factoriels QIT, IRP, ICV, IMT et IVT et présenter les résultats descriptifs obtenus. Nous regarderons également s'il existe des différences de genre au sein de ces indices.

L'indice d'aptitude générale (IAG) et l'indice de compétence cognitive (ICC) sont également des indices composites optionnels qu'il est possible de calculer. Le premier permet d'obtenir un score alternatif au QIT, qui est moins influencé par la vitesse de traitement et la mémoire de travail. Il se calcule à partir des scores obtenus aux indices de compréhension verbale (subtests obligatoires Similitudes, Vocabulaire et Compréhension) et de raisonnement perceptif (subtests obligatoires Cubes, Identification de concepts et Matrices). ICC se calcule, quant à lui, à partir des scores obtenus aux indices de vitesse de traitement (subtests obligatoires Code et Symboles) et de mémoire de travail (subtests obligatoire Mémoire des chiffres et Séquences lettres-chiffres).

Il est aussi possible de calculer 5 aptitudes globales (ou scores composites) issues du modèle CHC, comme l'aptitude Gf du raisonnement fluide (à partir des subtests Identification de Concepts et Matrices), l'aptitude Gc de l'intelligence cristallisée (à partir des subtests Similitudes, Compréhension, Vocabulaire, Information et Raisonnement verbal), l'aptitude Gs de vitesse de traitement (à partir des subtests Code et Symboles), l'aptitude Gsm de mémoire de travail (à partir des subtests Mémoire des chiffres et Séquences lettres-chiffres), ou encore l'aptitude Gv de traitement visuo-spatial (à partir des subtests Cubes et Complètement d'images) (Lecerf et al., 2012). Dans le cadre de cette recherche, nous ne calculerons cependant pas ces indices complémentaires et ces aptitudes globales.

1. Analyse de la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement

Pour les subtests Code et Symboles, nous analyserons dans un premier temps les fluctuations de la vitesse de traitement de chaque enfant par tranches de 30 secondes. Pour cela, comme

nous avons pu l'indiquer dans la description des subtests du WISC-IV, nous allons comptabiliser le nombre d'éléments traités par tranche de 30 secondes dans ces deux subtests, à partir duquel nous pouvons obtenir la note brute pour chacune des 4 tranches.

Nous souhaitons tester si les fluctuations de la vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes dans les subtests Code et Symboles sont corrélées avec le QIT. Nous allons donc analyser si la performance des enfants dans ces subtests est sujette ou non à de la variabilité intra-individuelle, c'est-à-dire si elle varie ou non au cours de la réalisation de ces deux épreuves. Pour obtenir cette mesure de la variabilité intra-individuelle, nous allons calculer l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement obtenu par chaque enfant, à partir de sa performance (note brute) dans les 4 tranches de 30 secondes des épreuves Code et Symboles. Plus l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement est important, et plus la performance de l'enfant varie entre les différentes tranches de 30 secondes (en augmentant ou en diminuant). À l'inverse, plus cet écart-type est faible, et plus sa performance reste stable au cours des 4 tranches de 30 secondes.

(1)Analyse des corrélations

(a) Corrélations entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et le QIT

Afin de tester si la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement dans les épreuves Code et Symboles est en lien avec le QIT (qui reflète une mesure des capacités cognitives générales), nous allons analyser la corrélation entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et le QIT (hypothèse I.1.).

(b) Corrélations entre la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement et les indices IRP et ICV

Nous souhaitons également tester si cette variabilité est davantage corrélée avec IRP plutôt qu'avec ICV. Nous allons donc analyser les corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et les indices IRP et ICV. Nous comparerons ensuite les corrélations obtenues entre ces deux indices du WISC-IV (hypothèse I.2.).

(2)Analyse des profils de variations de la performance en vitesse de traitement

Nous souhaitons identifier s'il existe un lien entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et le QIT. Nous nous sommes donc intéressés, comme nous venons de le voir, à la corrélation entre cet écart-type intra-individuel et le QIT.

Néanmoins, cette corrélation ne nous indique pas de quelle manière la performance de l'enfant en vitesse de traitement varie au cours des 4 tranches de 30 secondes. En effet, la présence d'un écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement nous informe simplement que la performance de l'enfant fluctue au cours des 4 tranches de 30 secondes. Un écart-type intra-individuel important pourrait traduire une augmentation des performances, mais aussi un déclin de celles-ci au cours de la réalisation des épreuves Code et Symboles.

Or, si nous pensons que les enfants qui ont les meilleures capacités cognitives tendent à augmenter leur performance au cours des 4 tranches de 30 secondes (grâce à l'utilisation de leurs capacités d'apprentissage et au recours à des stratégies), mais que ceux qui ont des performances cognitives moyennes ou inférieures tendent à garder une performance relativement stable, alors la simple analyse de la corrélation entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et le QIT n'est pas suffisante pour vérifier nos attentes. L'analyse des profils de variations de la performance en vitesse de traitement est donc nécessaire, puisqu'elle permet de savoir si la présence d'un écart-type intra-individuel au niveau de la vitesse de traitement se traduit notamment par une augmentation ou par une diminution des performances au cours des tranches de 30 secondes.

Il s'agit donc d'identifier, dans un premier temps, l'ensemble des profils possibles de variations de la vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes. Au total, nous pouvons répertorier 27 profils différents (tableau 1). Le signe « = » renvoie à une stabilisation de la performance de l'enfant d'une tranche de 30 secondes à la suivante, le signe « + » à une augmentation, et le signe « - » à une diminution. La colonne « pourcentage d'enfants » permet d'identifier le pourcentage d'enfants représentés dans chaque de profil sur l'ensemble des enfants de l'échantillon.

Le premier objectif de l'analyse de ces profils est de déterminer quel est le profil « majoritaire », c'est-à-dire celui qui est obtenu par la plupart des enfants de notre échantillon. Le second objectif est de voir si les enfants qui ont un profil traduisant une augmentation de la performance en vitesse de traitement au cours des tranches de 30 secondes sont ceux qui ont les meilleures performances cognitives. Nous allons donc tenter de mettre en lien ces profils avec le QIT (hypothèse II).

Tableau 1

Profils de variations des performances en vitesse de traitement entre les 4 tranches de 30 secondes dans les subtests Code et Symboles.

Subtests Code et Symboles	De 0-30 à 30-60 secondes	De 30-60 à 60-90 secondes	De 60-90 à 90-120 secondes	Pourcentage (%) d'enfants
Profils	1	+	=	=
	2	+	=	+
	3	+	=	-
	4	+	+	=
	5	+	+	+
	6	+	+	-
	7	+	-	=
	8	+	-	+
	9	+	-	-
	10	=	=	=
	11	=	=	+
	12	=	=	-
	13	=	+	=
	14	=	+	+
	15	=	+	-
	16	=	-	=
	17	=	-	+
	18	=	-	-
	19	-	=	=
	20	-	=	+
	21	-	=	-
	22	-	+	=
	23	-	+	+
	24	-	+	-
	25	-	-	=
	26	-	-	+
	27	-	-	-

B. HYPOTHESES OPERATIONNELLES

I. Hypothèse 1 : Corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les indices du WISC-IV

1. *Corrélation en l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et le QIT*

Si nous faisons l'hypothèse que les enfants qui possèdent de meilleures compétences cognitives ont une plus grande vitesse de traitement des informations, alors nous devrions observer une relation entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les performances cognitives, c'est à dire avec le QIT.

Nous postulons donc qu'il existe une corrélation significative et positive entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et le QIT. En effet, cette corrélation traduirait le fait que plus l'enfant a un QIT élevé, et plus il serait capable de mettre rapidement et efficacement en œuvre ses capacités d'apprentissage et des stratégies pour augmenter sa performance au fil des 4 tranches de 30 secondes, ce qui s'observerait par une augmentation de l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans ces deux épreuves.

2. *Corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les indices IRP et ICV*

Si nous faisons à nouveau l'hypothèse que les enfants qui possèdent de meilleures compétences cognitives ont une plus grande vitesse de traitement des informations, alors nous devrions observer une relation entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et IRP, mais pas avec ICV. En effet, la vitesse de traitement des informations serait plus importante dans les subtests faisant notamment appel à l'intelligence fluide comme Cubes, Matrices et Identification de concepts, et dont l'un (Cubes) est chronométré, que dans les épreuves verbales et faisant notamment appel à l'intelligence cristallisée comme Similitudes, Compréhension et vocabulaire, et qui sont toutes des épreuves non chronométrées où la vitesse de traitement a une moindre importance. Nous postulons donc qu'il existe une corrélation positive et significative entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les épreuves Code et Symboles et IRP, mais que cette corrélation est non significative avec ICV.

II. Hypothèse 2 : Profils de variations des performances en vitesse de traitement

De manière plus précise, nous souhaitons nous intéresser aux profils de variations des performances en vitesse de traitement entre les 4 tranches de 30 secondes dans les subtests

Code et Symboles, en lien avec le QIT. Comme nous l'avons déjà décrit, l'analyse de ces profils nous permet d'obtenir des informations supplémentaires par rapport à l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement. En effet, alors que ce dernier nous indique uniquement si les performances fluctuent ou non au cours des tranches de 30 secondes, l'analyse des profils nous informe de quelle manière elles fluctuent ou non: soit en augmentant ou en diminuant au cours des tranches de 30 secondes (traduisant un écart-type intra-individuel plus ou moins élevé en fonction de l'importance des variations de la performance), soit en restant plutôt stables (traduisant un faible écart-type intra-individuel).

Nous postulons que les enfants pour qui l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement traduit une augmentation des performances au fil des tranches de 30 secondes dans les subtests Code et Symboles du WISC-IV devraient être ceux qui possèdent les meilleures capacités cognitives. En effet, plus l'enfant traite d'items durant chaque tranche de 30 secondes, et plus il améliore sa performance au fil du temps. S'il traite davantage d'items au fil des épreuves qui évaluent la vitesse de traitement, il est possible qu'il soit capable de mettre rapidement en place ses capacités d'apprentissage ainsi que des stratégies efficaces pour augmenter sa performance au fil du temps. La capacité de l'enfant à mettre en place de telles compétences et stratégies serait, par conséquent, en lien avec les capacités cognitives plus générales de l'enfant, et donc avec le QIT. Ainsi, à partir de ce postulat, nous devrions observer que les enfants qui traitent plus d'items au cours du temps devraient être ceux qui obtiennent les QIT les plus élevés, parce qu'ils auraient une meilleure capacité de mémorisation et utiliseraient de meilleures stratégies au fil de la réalisation des épreuves.

D'autre part, nous postulons que les enfants pour qui l'écart-type intra-individuel ne traduit pas d'augmentation de la vitesse de traitement au cours du temps dans les subtests Code et Symboles du WISC-IV devraient être ceux qui possèdent des capacités cognitives moyennes ou inférieures. Ces enfants devraient présenter des performances relativement stables à travers les 4 tranches de 30 secondes dans ces deux épreuves. En effet, si l'enfant traite le même nombre d'items tout au long de la réalisation des deux épreuves, cela signifie que sa performance reste stable. Il ne serait donc pas capable de mettre en place ses capacités d'apprentissage ainsi que des stratégies suffisamment efficaces et rapides pour augmenter sa performance au fil des tranches de 30 secondes. Cela pourrait donc indiquer qu'il ne possède pas des capacités cognitives générales suffisamment élevées pour pouvoir y parvenir. Ainsi, nous devrions observer que les enfants qui gardent une performance stable au cours du temps devraient être ceux qui possèdent des QIT dans la moyenne ou inférieurs, parce qu'ils

n'utiliseraient pas ou mettraient en œuvre de moins bonnes capacités d'apprentissage ou de moins bonnes stratégies que les enfants avec un QIT élevé.

C. RESULTATS

I. Analyses descriptives

Nous allons dans un premier temps présenter les résultats descriptifs de notre échantillon.

Tableau 2

Moyennes, écart-types, minimums et maximums aux indices QIT, IVC, IRP, IMT et IVT.

Statistiques descriptives					
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
QIT_1	199	57,0	134,0	99,357	14,2506
ICV_1	199	63,0	155,0	104,302	15,7762
IRP_1	199	60,0	138,0	97,804	14,9520
IMT_1	199	62,0	133,0	95,075	14,3847
IVT_1	199	55,0	140,0	99,352	13,3480
N valide (liste)	199				

Les analyses statistiques descriptives indiquent que notre échantillon de 199 enfants obtient un QIT moyen de 99.36 ($E-T = 14.25$, $MIN = 57.00$, $MAX = 134.00$). Ces enfants obtiennent une moyenne de 104.30 ($E-T = 15.78$, $MIN = 63.00$, $MAX = 155.00$) à ICV, une moyenne de 97.80 ($E-T = 14.95$, $MIN = 60.00$, $MAX = 138.00$) à IRP, une moyenne de 95.08 ($E-T = 14.38$, $MIN = 62.00$, $MAX = 133.00$) à IMT, et une moyenne de 99.35 ($E-T = 13.35$, $MIN = 55.00$, $MAX = 140.00$) à IVT (tableau 2).

Rappelons ici que la moyenne des indices du WISC-IV est de 100, avec un écart-type de 15. D'après ces résultats, nous pouvons conclure que notre échantillon est relativement représentatif, puisque les enfants obtiennent des moyennes à QIT, à ICV, à IRP, à IMT et à IVT qui se situent autour de la moyenne et avec un écart-type suffisant.

Nous avons également comparé les moyennes obtenues à ces indices en fonction du genre. Les résultats nous indiquent que les filles et les garçons de notre échantillon obtiennent des moyennes significativement différentes uniquement à IVT ($t(197) = 2.987$, $p = .003$), où les filles présentent une moyenne significativement plus élevée ($M = 101.80$, $E-T = 13.25$) que les garçons ($M = 96.21$, $E-T = 12.87$).

II. Corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les indices du WISC-IV

1. Écart-type intra-individuel de vitesse de traitement et QIT

Maintenant que nous avons présenté les résultats descriptifs de notre échantillon d'enfants, nous allons analyser la corrélation entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et le QIT. Ces analyses vont nous permettre d'identifier si les résultats que nous obtenons sont en accord ou non avec notre hypothèse de recherche (hypothèse I.1.), qui postule que l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les épreuves Code et Symboles est en lien le QIT. Nous nous attendons donc obtenir une corrélation significative et positive entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans ces deux épreuves et le QIT.

Étant donné que nos résultats descriptifs montrent que les filles obtiennent des moyennes à IVT significativement supérieures ($M = 101.80$, $E-T = 13.25$) aux garçons ($M = 96.21$, $E-T = 12.87$), nous allons également proposer une analyse séparée de cette corrélation en fonction du genre.

Avant d'analyser cette corrélation, nous allons brièvement présenter les résultats descriptifs des écart-types intra-individuels de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles (annexe 1). Ils indiquent qu'en moyenne, l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans le subtest Code est de 1.97 ($E-T = .88$, $MIN = .50$, $MAX = 4.57$) et de 1.41 ($E-T = .61$, $MIN = 0$, $MAX = 4.35$) dans le subtest Symboles. La variation intra-individuelle moyenne de la vitesse de traitement est donc relativement faible au sein des deux subtests.

(1) Subtest Code

La corrélation entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans le subtest Code et le QIT est de .029. Si nous réalisons une analyse de cette corrélation séparée en fonction du genre, il apparaît qu'elle est également non significative pour les filles ($r = -.019$) et pour les garçons ($r = .073$). Cette corrélation est donc positive, mais très faible et non significative, ce qui indique qu'il n'existe pas de lien linéaire significatif pour cet échantillon d'enfants entre les fluctuations de la vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes dans l'épreuve Code et le QIT.

(2) Subtest Symboles

La corrélation entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement du subtest Symboles et le QIT est de .122. Si nous réalisons une analyse de cette corrélation séparée en

fonction du genre, il apparaît qu'elle est significative et positive pour les filles ($r = .221$), mais non significative pour les garçons ($r = .004$). Tout comme pour le subtest Code, sur la base de l'échantillon total, cette corrélation est très faible et non significative. Cela montre qu'il n'existe pas, pour cet échantillon d'enfants, de lien linéaire significatif entre les fluctuations de la vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes dans l'épreuve Symboles et le QIT. Cependant, bien que ce lien soit faible, il est significatif chez le groupe des filles.

L'ensemble de ces résultats nous indiquent que, contrairement à notre première hypothèse (hypothèse I.1.), qui postule la présence d'une corrélation significative et positive entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et le QIT, il n'existe pas de relation linéaire significative entre les fluctuations de la vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes et le QIT auprès de notre échantillon total. Un faible lien apparaît dans le subtest Symboles chez le groupe des filles.

2. Écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement et les indices ICV, IRP, IMT et IVT

(1) Subtest Code

Toutes les corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans le subtest Code et les indices ICV, IRP, IMT et IVT sont non significatives. Elles sont respectivement égales à .015, .017, .058 et -.006 (annexe 2). Ces résultats indiquent qu'il n'existe pas de relation linéaire significative entre les fluctuations de la vitesse de traitement des enfants au cours des 4 tranches de 30 secondes dans l'épreuve Code et ICV, IRP et IMT.

(2) Subtest Symboles

Comme pour le subtest Code, toutes les corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans le subtest Symboles et les indices ICV, IRP et IMT sont positives, mais non significatives. Elles sont respectivement égales à .097, .116 et .007 (annexe 3). La corrélation avec IVT est significative ($r = .140$). Ces résultats indiquent qu'il n'existe pas de relation linéaire significative entre les fluctuations de la vitesse de traitement des enfants au cours des 4 tranches de 30 secondes dans l'épreuve Symboles et ICV, IRP et IMT.

Ces résultats vont donc partiellement dans le sens de nos attentes. Si, comme nous le postulions, il n'existe pas de relation linéaire significative entre les fluctuations de la vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes dans les subtests Code et Symboles et ICV, il n'existe pas non plus de lien linéaire entre ces fluctuations et IRP, ce qui est contraire à ce que nous attendions.

III. Profils de variations de la performance en vitesse de traitement

1. Subtest Code

Le tableau 3 récapitule les principaux résultats descriptifs en fonction des 27 profils de variations de la performance en vitesse de traitement entre les 4 tranches 30 secondes dans le subtest Code.

Tableau 3

Profils de variations des performances entre les tranches de 30 secondes dans le subtest Code

Subtest Code	De 0-30 à 30-60 secondes	De 30-60 à 60-90 secondes	De 60-90 à 90-120 secondes	Nombre (N) de profils représentés	Proportion (%) de profils représentés	QIT moyen	E-T moyen QIT	
Profils	1	+	=	=	1	0.50	129	-
	2	+	=	+	0	0	-	-
	3	+	=	-	2	1.01	86.50	10.61
	4	+	+	=	2	1.01	99.50	17.68
	5	+	+	+	1	0.50	119.00	-
	6	+	+	-	4	2.01	98.50	10.41
	7	+	-	=	6	3.02	102.33	16.86
	8	+	-	+	14	7.04	93.79	15.85
	9	+	-	-	4	2.01	92.50	21.50
	10	=	=	=	0	0	-	-
	11	=	=	+	0	0	-	-
	12	=	=	-	2	1.01	88.00	19.80
	13	=	+	=	1	0.50	90.00	-
	14	=	+	+	2	1.01	97.00	21.21
	15	=	+	-	2	1.01	117.00	2.83
	16	=	-	=	8	4.02	100.50	8.67
	17	=	-	+	11	5.53	99.46	14.63
	18	=	-	-	7	3.51	102.86	18.28
	19	-	=	=	1	0.50	97.00	-
	20	-	=	+	4	2.01	103.75	9.50
	21	-	=	-	13	6.53	101.77	18.19
	22	-	+	=	8	4.02	101.50	10.85
	23	-	+	+	10	5.03	97.90	13.54
	24	-	+	-	40	20.10	97.93	12.65
	25	-	-	=	15	7.54	98.40	16.89
	26	-	-	+	31	15.58	102.07	13.36
	27	-	-	-	10	5.03	96.60	13.29

Ces résultats hétérogènes nous montrent qu'il semble difficile de déterminer une association entre un profil particulier de variations de la performance en vitesse de traitement et un niveau cognitif.

Aucun enfant ne présente les profils 2, 10 et 11. Seul un enfant obtient le profil que l'on attendait pour les enfants avec un QIT élevé (profil 5), se traduisant par une augmentation constante des performances au cours des 4 tranches de 30 secondes. Cet enfant obtient un QIT de 119, se situant parmi les QIT les plus élevés de l'échantillon, mais ne dépassant pas les 125-130 nécessaires pour parler d'enfant HPI.

66.3% des enfants diminuent leur performance de la première tranche de 30 secondes à la deuxième (profils 19 à 27), contre seulement 17.1% qui augmentent (profils 1 à 9) et 16.6% qui gardent une performance stable (profils 10 à 18) durant ces deux premières tranches.

2. Subtest Symboles

Tableau 4

Profils de variations de performances entre les tranches de 30 secondes dans le subtest Symboles.

Subtest Symboles	0-30 à 30-60 secs	30-60 à 60-90 secs	60-90 à 90-120 secs	N	%	Moy QIT	E-T moy QIT	
Profils de variation de la vitesse de traitement	1	+	=	=	0	0	-	-
	2	+	=	+	0	0	-	-
	3	+	=	-	0	0	-	-
	4	+	+	=	0	0	-	-
	5	+	+	+	0	0	-	-
	6	+	+	-	1	0.50	101.00	-
	7	+	-	=	3	1.51	108.33	13.20
	8	+	-	+	3	1.51	92.33	19.86
	9	+	-	-	5	2.51	107.40	12.97
	10	=	=	=	1	0.50	103.00	-
	11	=	=	+	1	0.50	99.00	-
	12	=	=	-	4	2.01	103.75	11.38
	13	=	+	=	0	0	-	-
	14	=	+	+	1	0.50	83.00	-
	15	=	+	-	4	2.01	97.25	7.14
	16	=	-	=	6	3.02	105.83	9.47
	17	=	-	+	4	2.01	96.00	17.94
	18	=	-	-	4	2.01	98.50	14.55
	19	-	=	=	9	4.52	104.67	11.92
	20	-	=	+	11	5.53	88.55	11.11
	21	-	=	-	10	5.02	106.10	14.26
	22	-	+	=	16	8.04	100.19	12.85
	23	-	+	+	14	7.04	101.86	15.27
	24	-	+	-	55	27.64	98.06	13.44
	25	-	-	=	13	6.53	98.54	15.43
	26	-	-	+	27	13.57	97.33	17.15
	27	-	-	-	7	3.52	103.14	18.46

Les principaux résultats descriptifs des 27 profils de variations de la performance en vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes dans le subtest Symboles se trouvent dans le tableau 4. Comme pour le subtest Code, ils sont hétérogènes et ne nous permettent pas de déterminer d'association entre un profil particulier de variations de la performance en vitesse de traitement et un niveau cognitif.

Aucun enfant ne présente les profils 1 à 5 et 13. Ce résultat indique qu'aucun n'augmente constamment sa performance au cours des 4 tranches de 30 secondes dans le subtest Symboles (profil que nous attendions pour les enfants HPI).

La très grande majorité des enfants (81%) diminuent leur performance de la première tranche de 30 secondes à la deuxième comme dans le subtest Code, contre seulement 12.6% qui restent stables, et 6% qui diminuent.

3. Enfants HPI

Nous nous attendons, dans notre seconde hypothèse, à ce que les enfants pour qui l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement traduit une augmentation de la performance en vitesse de traitement au cours des tranches de 30 secondes devraient être ceux qui possèdent les meilleures capacités cognitives. Nous nous sommes donc intéressés de manière plus précise aux enfants dont le QIT est supérieur à 125-130, c'est-à-dire aux enfants définis comme HPI (tableau 5).

Tableau 5

Score aux indices QIT, ICV, IRP, IMT et IVT des enfants HPI (N=7).

Sujets	QIT	ICV	IRP	IMT	IVT
A	129	124	135	115	109
B	129	126	114	118	131
C	125	132	111	121	103
D	128	124	116	112	127
E	131	155	124	103	96
F	128	143	102	124	109
G	134	132	121	118	124

Sur les 199 enfants de notre échantillon, seul 7 enfants (5 garçons et 2 filles) obtiennent un QIT supérieur à 125-130, ce qui représente 3.5% de l'échantillon total.

Sur ces 7 enfants HPI, 5 obtiennent un ICV supérieur à 125-130 et 1 seul obtient un IRP supérieur à 125-130. Aucun enfant HPI n'obtient à la fois un ICV et un IRP supérieur à 125-130. Pour les sujets C, E et F, les différences entre ICV et IRP sont supérieures à la valeur

critique du manuel d'administration et de cotation (Wechsler, 2005), avec un seuil de marge d'erreur de .05. ICV et IRP sont significativement différents l'un de l'autre chez ces 3 enfants. De manière générale, les enfants HPI obtiennent un score à IVT qui se retrouve inférieur à QIT, et à la plupart des autres indices. Leur score à IVT se trouve la majorité du temps dans la moyenne (pour les sujets A, C, E et F). L'indice ICV est souvent celui qui est le plus élevé (et supérieur à la moyenne), comparativement aux indices IVT, IRP et IMT.

Tableau 6

Profils de variations de la performance en vitesse de traitement des enfants HPI dans les subtests Code et Symboles

Subtest Code	0-30 à 30-60 secs	30-60 à 60-90 secs	60-90 à 90-120 secs	Subtest Symboles	0-30 à 30-60 secs	30-60 à 60-90 secs	60-90 à 90-120 secs
A	+	=	=	A	-	-	+
B	+	-	=	B	-	-	+
C	+	-	+	C	-	+	-
D	-	=	-	D	-	-	=
E	-	+	-	E	-	-	+
F	-	-	=	F	-	=	-
G	-	-	+	G	-	+	-

La tendance générale des profils des enfants HPI n'est pas à l'augmentation de la performance en vitesse de traitement au cours des tranches de 30 secondes, mais plutôt à la baisse de celle-ci (tableau 6). Aucun enfant HPI n'augmente constamment sa performances au fil des épreuves Code et/ou Symboles, comme nous l'avions suggéré dans notre seconde hypothèse. Pour le subtest Code, la majorité des enfants (environ 57%) diminuent leur performance en vitesse de traitement de la première tranche de 30 secondes à la deuxième, et cette tendance se retrouve pour 100% des enfants HPI dans le subtest Symboles.

Les profils des enfants HPI semblent donc être aussi hétérogènes que ceux des enfants qui obtiennent un QIT dans la moyenne ou inférieur. Ils suggèrent que, contrairement à ce que nous postulions (hypothèse II), les enfants qui possèdent les meilleures capacités cognitives n'augmentent pas leur performance en vitesse de traitement au cours de la réalisation des subtests Code et Symboles. Comme pour les enfants avec un QIT dans la moyenne ou inférieur, les enfants HPI ont tendance à diminuer leur performance en vitesse de traitement de la première tranche de 30 secondes à la deuxième tranche.

DISCUSSION

Avant de conclure ce mémoire, nous allons reprendre les résultats principaux issus de notre échantillon d'enfants et voir de quelle manière nous pouvons les interpréter, en lien avec la littérature scientifique que nous avons présentée.

Notre première hypothèse postulait l'existence d'une corrélation significative et positive entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et le QIT. Or, nos résultats ne vont pas dans ce sens, et montrent que les fluctuations de la vitesse de traitement dans ces deux épreuves du WISC-IV ne sont pas liées aux capacités cognitives, à l'exception du groupe des filles dans le subtest Code, où une faible corrélation significative et positive apparaît.

Il est dans un premier temps important de vérifier si cette absence de lien entre les variations intra-individuelles de la vitesse de traitement et les capacités cognitives n'est pas due au manque de représentativité de notre échantillon d'enfants par rapport à la population d'enfants de référence au WISC-IV.

Les résultats descriptifs que nous avons présentés indiquent que notre échantillon obtient des performances moyennes (la moyenne du groupe de référence étant de 100), avec une dispersion suffisante (l'écart-type de la population de référence étant de 15). L'absence de significativité de la corrélation entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement ne peut donc pas être attribuée ou être expliquée par un manque de représentativité de notre échantillon. Comment pouvons-nous alors interpréter ce résultat ?

Revenons d'abord un instant à la seconde partie de notre première hypothèse. Nous postulions que les variations intra-individuelles dans la vitesse de traitement seraient significativement corrélées avec l'indice de raisonnement perceptif IRP, mais pas avec l'indice de compréhension verbale ICV. Nos résultats vont partiellement dans le sens de nos attentes. Ils montrent que, contrairement à ce que nous attendions, les fluctuations intra-individuelles de la vitesse de traitement dans les épreuves Code et Symboles ne sont pas corrélées de manière significative à IRP. En revanche, conformément à nos attentes, ces fluctuations ne sont pas non plus corrélées de manière significative avec ICV.

Les variations intra-individuelles de la vitesse de traitement ne semblent donc pas faire appel aux compétences verbales, fortement mobilisées dans les subtests appartenant à ICV. Nous avons également vu que ICV serait un bon indicateur de l'intelligence cristallisée (Grégoire,

2009 ; Turon-Lagot, 2012). Ces variations ne semblent par conséquent pas non plus être associées à l'intelligence cristallisée.

Pour ce qui est d'IRP, nous avons vu que cet indice factoriel ferait intervenir les capacités au niveau de l'intelligence fluide (Turon-Lagot, 2012 ; Wechsler, 2005), et que cette dernière serait associée avec les mesures de la vitesse de traitement (Crawford et al., 1998 ; Mackintosh & Bennett, 2002). Nos résultats indiquent cependant que les fluctuations dans les épreuves de vitesse de traitement Code et Symboles ne sont pas associées à IRP, ce qui témoignerait également qu'elles ne semblent pas l'être non plus avec l'intelligence fluide. Nous pouvons néanmoins nuancer la relation entre IRP et l'intelligence fluide, puisque nous avons vu que le subtest Cubes, intervenant dans le calcul d'IRP, fait également appel aux capacités visuo-spatiales et serait plutôt un indicateur de l'aptitude générale Gv du modèle CHC que du raisonnement fluide Gf (Lecerf et al., 2012).

L'analyse des performances en vitesse de traitement par tranches de 30 secondes ne permet pas d'identifier de relation entre les variations intra-individuelles dans les subtests Code et Symboles et les deux indices factoriels IRP et ICV. Le traitement de ces deux épreuves de vitesse de traitement semble donc être effectué de manière « mécanique » par les enfants, qui ne paraissent pas avoir besoin de recourir à leurs capacités au niveau de l'intelligence fluide et de l'intelligence cristallisée.

Pour aller plus loin dans notre réflexion, nous pensions (à travers notre seconde hypothèse relative aux profils de variations de la performance en vitesse de traitement au cours des tranches de 30 secondes) que les enfants présentant les meilleures capacités cognitives augmenteraient leur performance dans les subtests Code et Symboles au cours des 4 tranches de 30 secondes, traduisant alors la mise en œuvre de leurs capacités d'apprentissage et de stratégies efficaces au cours de la réalisation de ces deux épreuves.

Pour le subtest Code, une augmentation de la performance au cours des 4 tranches de 30 secondes pourrait être expliquée par le fait que l'enfant apprend de manière incidente les associations entre les chiffres (ou les formes pour la version A) et les signes correspondants, ou encore par le fait qu'il aurait d'abord besoin de s'entraîner et de se familiariser à la tâche avant d'augmenter sa performance de la première tranche aux suivantes (Dumont et al., 1998). Dans le premier cas, s'il apprend et donc s'il mémorise ces associations, il a alors de moins en moins besoin de regarder les items de référence pour traiter l'épreuve. Il est par conséquent de plus en plus rapide pour y répondre. Dumont et al. (1998) proposent également l'idée que les enfants qui présentent les meilleures compétences cognitives « scanneront »

plus vite les items de référence (allers et retours plus rapides entre l'item à compléter et la vérification de l'item de référence), utiliseraient de meilleures habiletés visuo-motrices et comme nous venons de l'expliquer, augmenteraient leur performance en utilisant un apprentissage incident. Ces hypothèses pourraient également être valables pour le subtest Symboles, sauf pour l'apprentissage incident (mémorisation des stimuli) qui paraît moins pertinent, puisque les symboles isolés (stimuli) ainsi que la série de symboles que l'enfant doit comparer aux stimuli isolés varient d'un item à l'autre. Néanmoins, le fait de visualiser plusieurs fois le même symbole pourrait faciliter son analyse visuelle lorsque l'enfant le rencontre à nouveau, ce qui pourrait permettre un traitement plus rapide des stimuli au fil de l'épreuve Symboles.

Or, nos résultats montrent que, contrairement à nos attentes, aucun enfant HPI n'augmente constamment sa performance au cours des épreuves Code et Symboles. Nous pouvons également rappeler que sur l'ensemble de l'échantillon, seul un enfant non HPI présente ce profil dans le subtest Code, ce qui montre que les enfants avec des performances cognitives moyennes ou inférieures ne présentent pas non plus ce pattern de fluctuations intra-individuelles dans les épreuves de vitesse de traitement.

Ce constat suggère donc que les enfants ne font pas appel à leurs capacités d'apprentissage pour résoudre les épreuves Code et Symboles, puisqu'ils ne progressent pas au cours des 4 tranches de 30 secondes, et ce indépendamment de leur niveau de capacités cognitives. Ils montrent également que les enfants qui possèdent les meilleures capacités cognitives ne mettent pas en place, au cours de ces épreuves, des stratégies plus efficaces que les autres, puisqu'ils présentent des patterns de fluctuations des performances en vitesse de traitement au cours du temps similaires aux enfants qui présentent des capacités cognitives moyennes ou inférieures.

Ces résultats sont néanmoins à prendre avec prudence, puisque seuls 3.5% d'enfants de l'échantillon total présentent un HPI (QIT supérieur 125-130), ce qui représente un très petit échantillon d'enfants ($N = 7$). De plus, si nos résultats semblent aller dans le sens de Liratni et Pry (2007) et de Pereira-Fradin et al. (2010), montrant que les enfants HPI de notre échantillon ont des scores au niveau ipsatif généralement moins élevés à IVT (tout en restant au niveau normatif dans la moyenne) que dans les autres indices dont le QIT, ils restent difficilement interprétables pour plusieurs raisons. Nous avons remarqué que plusieurs enfants HPI n'obtenaient pas un IRP ou un ICV supérieur à 125-130, et qu'aucun n'obtient à la fois un IRP et un ICV supérieurs à 125-130. Nous avons également mis en évidence une différence significative entre les indices factoriels IRP et ICV pour 3 des enfants HPI. La

généralisation de ces résultats à d'autres enfants HPI semble donc difficile, et constitue une limite de notre étude. Une prochaine recherche pourrait être reconduite auprès d'un plus grand nombre d'enfants HPI et présentant des scores à la fois à IRP et à ICV supérieurs à 125-130. Nous pourrions alors voir si nous observons les mêmes patterns de fluctuations de la vitesse de traitement que ceux présentés par les enfants HPI de notre échantillon.

D'autre part, nos résultats montrent de manière claire que dans les subtests Code et Symboles, la majorité des enfants diminuent leur performance en vitesse de traitement de la première tranche de 30 secondes à la deuxième, et ce indépendamment du niveau de QIT. En effet, ce résultat est observé chez les enfants qui présentent des capacités cognitives moyennes, inférieures et supérieures à la moyenne (enfants HPI).

Cette observation est conforme à celle qui a déjà été mise en évidence par Dumont et al. (1998) dans le WISC-III auprès d'enfants en difficultés d'apprentissage, puis par Ryan et al. (2006) dans la WAIS-III auprès de jeunes adultes. Nous pouvons supposer, comme l'ont fait Dumont et al. (1998) dans leur étude, que cette diminution de performance entre les deux premières tranches de 30 secondes pourrait être expliquée par le fait qu'avant de débiter l'épreuve, l'expérimentateur place le protocole devant l'enfant et énonce les consignes. Le protocole étant face à l'enfant, ce dernier pourrait alors visualiser les premiers items et planifier ses premières réponses avant le début des épreuves Code et Symboles. Cela se traduirait, comme nous l'observons dans nos résultats, par une meilleure performance dans la première tranche de 30 secondes, puis par un déclin de celle-ci dans la seconde tranche, l'enfant ne bénéficiant plus de cette aide. Une diminution de la performance au cours de tranches de 30 secondes pourrait également être attribuée à d'autres facteurs comme la fatigue induite par la tâche au cours du temps, à un défaut d'activation générale ou même à un état dépressif (Dumont et al., 1998).

Kaufman (1995), à partir du WISC-III, émettait l'hypothèse sans l'avoir testée de manière expérimentale, que les différences de performance en vitesse de traitement entre les tranches de 30 secondes dans le subtest Code pouvaient être relatives à plusieurs facteurs comme les capacités d'apprentissage, la distractibilité, la motivation, l'ajustement à la tâche, la fatigue, l'ennui ou encore les capacités de mémoire visuelle à court terme.

Bien que nos résultats contredisent l'hypothèse de l'influence des capacités d'apprentissage sur la résolution des épreuves Code et Symboles (puisque nous avons vu que les enfants n'augmentent pas leur performance au cours des deux subtests, et ce indépendamment du niveau de leurs capacités cognitives), il semble, au vu de l'hétérogénéité des profils de

fluctuations de la vitesse de traitement au cours des tranches de 30 secondes, que ces différences intra-individuelles de performance en vitesse de traitement soient effectivement relatives à de nombreux facteurs difficilement isolables et contrôlables.

Nous pouvons également remarquer que les enfants ne présentent pas nécessairement le même pattern de fluctuations de la vitesse de traitement s'ils résolvent le subtest Code ou bien le subtest Symboles. Cette constatation pourrait également être relative à l'influence de facteurs tels que ceux que nous avons énoncés précédemment. Cela pourrait aussi traduire le fait que les deux épreuves de vitesse de traitement n'évaluent pas exactement les mêmes capacités. Nous pouvons citer l'exemple des compétences grapho-motrices, fortement mobilisées dans le subtest Code, mais un peu moins dans le subtest Symboles (McCloskey & Maerlender, 2004 ; Turon-Lagot, 2012). Cette différence dans la mobilisation des compétences grapho-motrices pourrait influencer les performances intra-individuelles en vitesse de traitement. Il semble cependant là encore difficile de contrôler et de quantifier cet impact.

CONCLUSION

Dans ce mémoire, nous avons tenté de mettre en lien la relation entre les fluctuations intra-individuelles de la vitesse de traitement et les capacités cognitives dans le WISC-IV. Nous sommes partis du constat que la vitesse de traitement est actuellement identifiée dans la littérature scientifique comme un processus élémentaire du traitement de l'information, et qui serait étroitement lié aux capacités cognitives. Plusieurs résultats d'études vont dans ce sens, et montrent des corrélations entre des mesures de la vitesse de traitement (temps de réaction et temps d'inspection) et des mesures de l'intelligence (QI) (Grunik & Kranzler, 2001 ; Jensen, 1987). Ces corrélations semblent d'autant plus importantes avec l'intelligence fluide (Crawford et al., 1998 ; Mackintosh & Bennett, 2002).

Or, lorsque nous nous penchons de plus près sur les mesures de la vitesse de traitement dans le WISC-IV, nous avons observé que le lien qui les unit au QIT ne semble pas aussi clair. En effet, nous avons notamment mis en évidence que les enfants qui présentent des capacités cognitives supérieures à la moyenne (enfants HPI) obtiennent de moins bonnes performances relatives (au niveau ipsatif) dans les subtests Code et Symboles qui évaluent la vitesse de traitement, bien que celles-ci restent dans les normes. Leur IVT est de manière générale l'indice le plus faible qu'ils présentent comparativement aux autres indices ICV, IRP et IMT. Nous avons donc cherché à savoir pourquoi ce fait-il que les épreuves de vitesse de traitement Code et Symboles ne permettent pas de distinguer les enfants HPI des autres enfants, alors que la vitesse de traitement semble corrélée au QI. Nous sommes alors partis de la supposition que la mesure de la vitesse de traitement dans ces épreuves n'était pas assez sensible. Nous avons donc proposé une mesure plus précise, à travers un découpage des épreuves de vitesse de traitement par tranches de 30 secondes.

L'objectif était alors de voir si les fluctuations dans la réalisation des subtests Code et Symboles étaient liées aux capacités cognitives. Pour étudier cette question de recherche, nous nous sommes intéressés à deux types d'analyses : des analyses corrélationnelles entre les variations intra-individuelles de la vitesse de traitement et certains indices factoriels du WISC-IV (QIT, IRP, ICV), et l'analyse des profils de variations des performances en vitesse de traitement en lien avec le QIT.

Nos premières mesures à travers les corrélations ont révélé qu'il n'existe pas, pour notre échantillon d'enfants, de relation linéaire entre les fluctuations intra-individuelles de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles et le QIT. Aucune corrélation significative

n'est également observée entre les fluctuations de la vitesse de traitement et les indices IRP et ICV.

Bien que pour Jensen (1992) il existe bien un lien entre la variabilité intra-individuelle au niveau des performances vitesse de traitement au cours du temps et les performances cognitives, ce lien n'est pas observé dans le WISC-IV. Il apparaît donc que la variabilité intra-individuelle de la vitesse de traitement dans les épreuves Code et Symboles ne nous permet pas de rendre compte de manière plus satisfaisante que la performance après 120 secondes de la relation entre la vitesse de traitement et les capacités cognitives dans le WISC-IV. L'analyse des performances en vitesse de traitement par tranches de 30 secondes semble apparaître comme un « mythe », plutôt que comme une mesure source d'informations sur les capacités cognitives générales de l'enfant pour le clinicien.

L'analyse des profils de variations de la performance en vitesse de traitement au cours des 4 tranches de 30 secondes nous confirme que les patterns d'évolution des performances au fil de ces tranches ne permettent pas de distinguer les enfants en fonction de leurs capacités cognitives, c'est-à-dire de leur QIT. À un niveau clinique, nous ne pouvons donc pas nous baser, en tant que psychologue, sur le profil de fluctuations des performances par tranches de 30 secondes que l'enfant présente dans les subtests Code et Symboles pour obtenir une appréciation de son QIT. Néanmoins, nous souhaitons quand même, pour conclure ce mémoire, proposer quelques hypothèses complémentaires pour expliquer nos résultats, et proposer des pistes de questions qu'il serait intéressant d'explorer dans de futures recherches.

Devrions-nous proposer une mesure encore plus sensible des performances des enfants au cours de la réalisation des épreuves de vitesse de traitement du WISC-IV, afin d'espérer identifier un lien avec les capacités cognitives qui satisfasse nos attentes ? Il nous semble que cela soit peu probable, et que d'autres explications peuvent être explorées.

Nous pouvons par exemple imaginer que la durée des épreuves Code et Symboles, limitée à 120 secondes, ne permette pas de traduire le fonctionnement général de l'enfant dans les épreuves de vitesse de traitement. Cette limitation de temps serait trop courte pour apprécier justement de quelle manière l'enfant traite l'information dans ces épreuves de vitesse de traitement. Nous pourrions donc proposer d'augmenter la durée impartie à la réalisation des subtests Code et Symboles, pour que ces épreuves soient peut être plus représentatives du fonctionnement général de l'enfant au sein de ces deux subtests et donc de la mesure en vitesse de traitement. Nous pourrions alors voir si l'enfant « régularise » à un moment donné

sa manière de traiter les informations entre les tranches de 30 secondes. Cela nous permettrait également d'observer si un ou plusieurs pattern(s) de fluctuations des performances en vitesse de traitement est(sont) mieux associé(s) à un niveau cognitif particulier (QIT inférieur à la moyenne, dans la moyenne ou supérieur à la moyenne) avec une plus longue durée des épreuves Code et Symboles qu'avec une durée limitée à 120 secondes.

Nous pouvons également émettre l'hypothèse que la performance des enfants dans les épreuves Code et Symboles ne traduit pas leur « vraie » vitesse de traitement. Nous avons déjà évoqué le fait que ces épreuves semblent faire intervenir plusieurs facteurs comme la fatigabilité, les compétences grapho-motrices (notamment pour le subtest Code), la motivation, etc. Nous souhaitons cependant nous pencher sur un autre élément susceptible d'influencer le traitement de l'information et la mobilisation des compétences de l'enfant durant la réalisation de ces épreuves de vitesse de traitement.

Nous pouvons penser que la consigne donnée à l'enfant dans ces deux subtests ne lui permet pas de mobiliser toutes ses compétences en vitesse de traitement, puisqu'il n'a pas d'indication sur la limite de temps des épreuves. La consigne principale donnée à l'enfant dans les subtests Code et Symboles est de travailler aussi vite qu'il le peut, sans commettre d'erreur, et de s'arrêter une fois que l'expérimentateur lui en donnera le signal. La standardisation de la consigne dans le manuel de d'administration et de cotation du WISC-IV (Wechsler, 2005) n'inclut pas de préciser à l'enfant la limite de temps des épreuves, fixée à 2 minutes. Il est dès lors difficilement possible pour lui d'avoir une représentation précise de leur durée, et donc d'organiser la manière dont il souhaite traiter les informations et mobiliser ses ressources. À partir de la consigne de travailler aussi vite qu'il le peut, l'enfant ne résout peut être pas l'épreuve avec un niveau de fonctionnement « optimal ». Nous pouvons supposer que si nous lui indiquons qu'il a 2 minutes pour résoudre l'épreuve, il pourra alors davantage mobiliser l'ensemble de ses compétences que s'il n'a pas d'idée de la durée pendant laquelle il va devoir mobiliser ses capacités. Indiquer à l'enfant de manière claire la limite de temps pendant l'énoncé de la consigne dans les épreuves Code et Symboles pourrait être une future piste de recherche à explorer.

Enfin, nos résultats montrent que les enfants n'augmentent pas leur performance en vitesse de traitement au cours des tranches de 30 secondes, et ce, même pour les enfants présentant les meilleures capacités cognitives. Nous avons donc remis en cause le fait que les enfants recourent à leurs capacités d'apprentissage dans les épreuves Code et Symboles, comme de nombreux auteurs semblent le penser (Grégoire, 2009 ; Turon-Lagot, 2012 ; Wechsler, 2005).

En effet, ces auteurs mentionnent tous que ces deux subtests font intervenir les capacités d'apprentissage.

Pour tester cette conclusion de manière empirique, il serait intéressant de récolter des informations auprès des enfants pour déterminer s'ils mémorisent ou non certains éléments. Pour cela, nous pourrions proposer à l'enfant de dessiner les associations entre les chiffres et les signes correspondants au terme de l'épreuve Code. Si les résultats montrent que les enfants n'y parviennent pas, cela soutiendrait encore davantage notre hypothèse selon laquelle l'épreuve Code n'est pas une épreuve d'apprentissage. Si à l'inverse, les résultats montrent que les enfants peuvent dessiner certaines associations dans l'épreuve Code, cela traduirait le fait que bien qu'ils mémorisent et donc apprennent au cours de l'épreuve des associations, ils ne les mettraient pas en œuvre. Cela pourrait également signifier que bien que l'enfant tente d'utiliser ses capacités d'apprentissage pour augmenter ses performances au fils de l'épreuve Code, il n'y parvient pas en raison de l'influence d'autres variables, comme la fatigue, l'ennui, les limitations grapho-motrices ou encore d'autres qui contribueraient à péjorer sa performance.

REFERENCES

- Ackerman, P.L., Beier, M.E., & Boyle, M.O. (2002). Individual Differences in Working Memory Within a Nomological Network of Cognitive and Perceptual Speed Abilities. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131 (4), 567-589.
- Baddeley, A. (2003). Working memory : looking back and looking forward. *Neurosciences*, 4, 829-839.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation : Advances in research and theory* (Vol.8, pp. 47-89). New York : Academic Press.
- Babcock, R. (1994). Analysis of adult age differences on the Raven's Advanced Progressive Matrices test. *Psychology and Aging*, 9, 303-314.
- Carpenter, P.A., Just, M.A., & Shell, P (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, 97(3), 404-431.
- Colom, R., Flores-Mendoza, C., & Rebollo, I. (2003). Working memory and intelligence. *Personality and Individual Differences*, 34, 33-39.
- Colom, R., Rebollo, I. Palacios, A., Juan-Espinosa, M., & Kyllonen, P.C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 32, 277-296.
- Conway, A.R.A., Conwan, N., Bunting, M.F., Theriault, D.J., & Minkoff, S.R.B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 163-183.
- Corbin, L., Borel, D., & Camos, V. (2012). Dissociation mémoire de travail-vitesse de traitement chez les enfants intellectuellement précoces au travers de deux études de cas. *Enfance*, 4, 373-387.

- Crawford, J.R., Deary, I.J., Allan, K.M., & Gustafsson, J.E. (1998). Evaluating competing models of the relationship between inspection time and psychometric intelligence. *Intelligence, 26*, 27-42.
- De Ribaupierre, A., & Lecerf, T. (2006). Relationships between working memory and intelligence from a developmental perspective : Convergent evidence from a neo-Piagetian and a psychometric approach. *European Journal of Cognitive Psychology, 18*(1), 109-137.
- Deary, I.J., & Stough, C. (1996). Intelligence and inspection time : Achievements, prospects, and problems. *American Psychologist, 51*, 599-608.
- Dumont, R., Farr, L.P., Willis, J.O., & Whelley, P. (1998). 30-second interval performance on the coding subtest of the WISC-III: Further evidence of WISC folklore? *Psychology in the Schools, 35*(2), 111-117.
- Engle, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science, 11*(1), 19-23.
- Engle, R.W., Tuholski, S.W., Laughlin, J.E., & Conway, A. R. (1999). Working memory, short term memory, and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General, 128*, 309–331.
- Floyd, R.G., & Kranzler, J.H. (2012). Processing Approaches to Interpretation of Information from Cognitive Ability Tests : A Critical Review. In Flanagan, D.-P. and Harrison, P.-L. (Eds.), *Contemporary Intellectual Assessment* (3rd ed., pp. 497-523). New York : Guilford Press.
- Fry, A.F., & Hale, S. (1996). Processing speed, Working memory, and Fluid Intelligence : Evidence for a Developmental Cascade. *Psychological Science, 7*(4), 237-241.
- Fry, A.F., & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological Psychology, 54*, 1-34.

- Grégoire, J. (2009). *L'examen clinique de l'intelligence de l'enfant : Fondements et pratiques du WISC-IV* (2e éd.). Wavre : Mardaga.
- Gustafsson, J. (1984). A unifying model for the structure of intellectual abilities. *Intelligence*, 8, 179-203.
- Hale, S. (1990). A Global Developmental Trend in Cognitive Processing Speed. *Child Development*, 61(3), 653-663.
- Jensen, A.R. (1982). Reaction Time and Psychometric g. In Eysenck, H. J., & Berger, M. (Eds.), *A Model for intelligence* (pp. 93-132). Springer Berlin Heidelberg.
- Jensen, A.R. (1987). Individual differences in the Hick paradigm. In: P. A. Vernon (Ed.), *Speed of information processing and intelligence* (pp. 101–175). Norwood, NJ: Ablex.
- Jensen, A. R. (1992). The importance of intraindividual variation in reaction time. *Personality and individual Differences*, 13(8), 869-881.
- Hultsch, D. F., & MacDonald, S.W. (in press). Intraindividual variability in performance as a theoretical window onto cognitive aging. In R. A. Dixon, L. G. Nilsson & L. Blackman (Eds.), *New frontiers in cognitive aging*. New York: Oxford University Press.
- Kane, M.J., Hambrick, D.Z., & Conway, A.R. (2005). Working Memory Capacity and Fluid Intelligence Are Strongly Related Constructs : Comment on Ackerman, Beier, and Boyle. *Psychol Bull*, 131(1), 66-71.
- Kaplan, E. (1988). The process approach to neuropsychological assessment. *Aphasiology*, 2 (3-4), 309-312.
- Kaufman, A.S. (1995). *Intelligent testing with the WISC-III*. New York : Wiley-Interscience.
- Kranzler, J.H., & Jensen, A.R. (1989). Inspection time and intelligence : a meta-analysis. *Intelligence*, 13, 329-347.

- Kyllonen, P.C., & Christal, R.E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity ?! *Intelligence*, 14(4), 389-433.
- Lautrey, J. (2003). La psychologie différentielle à l'épreuve de la variabilité intraindividuelle. In A. Vom Hofe, H. Charvin, J.-L. Bernaud, & D. Guédon (Eds.), *Psychologie différentielle – recherches et réflexions* (pp. 9-28). Rennes : PUR.
- Lautrey, J. (2005). L'évolution du concept d'intelligence depuis Binet. *La Mesure de l'intelligence*, Paris, L'Harmattan, 73-91.
- Lautrey, J. (2006). L'approche différentielle de l'intelligence. In Lautrey, J. (Ed.). *Psychologie du développement et psychologie différentielle*. Paris : P.U.F.
- Lecerf, T., & Fagot, D. (2010). Variabilité intra-individuelle dans la performance mnésique et les temps de réponse chez des jeunes adultes et des soixantaines. In: de Ribaupierre, A., Ghisletta, P., Lecerf, T., & Roulin, J-L. *Identité et spécificités de la psychologie différentielle*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes, p. 317-321.
- Lecerf, T., Golay, P., Reverte, I., Senn, D., Favez, N., & Rossier, J. (2012). Scores composites CHC pour le WISC-IV: normes francophones. *Pratiques psychologiques*, 18(1), 37-50.
- Liratni, M., & Pry, R. (2007). Psychométrie et WISC-IV : quel avenir pour l'identification des enfants à haut potentiel intellectuel ? *Neuropsychologie de l'enfance et de l'adolescence*, 55, 214-219.
- Lovett, M., Reder, L.M., Lebiere, C. (1999). Modeling working memory in an unified architecture : An ACT-R Perspective. In Miyake, A. and Shah, P.(Eds). *Models of working memory* (pp.135-82). Oxford University Press.
- Luciano, M., Wright, M.J., Smith, G.A., Geffen, G.M., Geffen, L.B. & Martin, N.G. (2001). Genetic Covariance Among Measures of Information Processing Speed, Working Memory, and IQ. *Behavior Genetics*, 31(6), 581-592.

- Mackintosh, N.J., & Bennett, E.S. (2002). IT, IQ and perceptual speed. *Personality and Individual Differences*, 32, 685-693.
- McCloskey, G., & Maerlender, A. (2004). The WISC-IV Integrated. In A. Prifitera, D.H. Saklofske and L.G. Weiss (Eds.), *WISC-IV Clinical Use and Interpretation: Scientist-Practitioner Perspectives*. NY: Academic Press.
- Nesselroade, J. R., & Ram, N. (2004). Studying intraindividual variability: What we have learned that will help us understand lives in context. *Research in Human Development*, 1(1-2), 9-29.
- Pereira-Fradin, M., Caroff, X., & Jacquet, A.N. (2010). Le WISC-IV permet-il d'améliorer l'identification des enfants à haut potentiel ? *Enfance*, 1, 11-26.
- Rimm, S., Gilman, B., & Silverman, L. (2008). Nontraditional applications of traditional testing. In J.L. Van Tassel-Baska (Ed.). *Alternative assessments with gifted and talented students* (pp. 175-202). Waco, TX : Prufrock Press.
- Rozencwajg, P. (2006). Quelques réflexions sur l'évaluation de l'intelligence générale : un retour à Binet ? *Pratiques Psychologique*, 12, 395-410.
- Rozencwajg, P. (2007). Évolution psychométrique, théorique et clinique. *Le Journal des psychologues*, 253, 31-34.
- Ryan, J.J., Kreiner, D.S., Bartels, J.M., Tree, H.A., & Schnakenberg-Ott, S.D. (2006). Thirty-second interval pattern for WAIS-III Digit Symbol and Symbol Search. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 705-709.
- Salthouse, T.A. (1991). Mediation of Adult Age Differences in Cognition by Reduction in Working Memory and Speed of Processing. *Psychological Science*, 2(3), 179-183.
- Salthouse, T.A. (1996). The Processing-Speed Theory of Adult Age Differences in Cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428.

- Salthouse, T.A. (2000). Aging and measures of processing speed. *Biological Psychology*, 54, 35-54.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. London: Macmillan.
- Thurstone, L.L. (1931). Multiple factor analysis. *Psychological Review*, 38(5), 406-427.
- Thurstone, L.L. (1938). *Primary Mental Abilities*. Chicago: Chicago University Press.
- Turon-Lagot, E. (2012). *WISC-IV- Une mesure des manifestations de l'intelligence de l'enfant*. Broché.
- Wechsler, D. (2005). *Manuel de l'Échelle d'Intelligence de Wechsler pour Enfants – 4^e édition*. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.

ANNEXES

Annexe 1

Résultats descriptifs des écart-types intra-individuels de la vitesse de traitement dans les subtests Code et Symboles.

Statistiques descriptives

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
et_cd	199	,50	4,57	1,9729	,87645
et_sy	199	,00	4,35	1,4126	,61374
N valide (liste)	199				

Annexe 2

Corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans le subtest Code et les indices ICV, IRP et IMT du WISC-IV.

Corrélations

		et_cd	ICV_1	IRP_1	IMT_1	IVT_1
et_cd	Corrélation de Pearson	1	,015	,017	,058	-,006
	Sig. (bilatérale)		,835	,807	,413	,936
	N	199	199	199	199	199
ICV_1	Corrélation de Pearson	,015	1	,468**	,315**	,183**
	Sig. (bilatérale)	,835		,000	,000	,010
	N	199	199	199	199	199
IRP_1	Corrélation de Pearson	,017	,468**	1	,373**	,281**
	Sig. (bilatérale)	,807	,000		,000	,000
	N	199	199	199	199	199
IMT_1	Corrélation de Pearson	,058	,315**	,373**	1	,258**
	Sig. (bilatérale)	,413	,000	,000		,000
	N	199	199	199	199	199
IVT_1	Corrélation de Pearson	-,006	,183**	,281**	,258**	1
	Sig. (bilatérale)	,936	,010	,000	,000	
	N	199	199	199	199	199

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Annexe 3

Corrélations entre l'écart-type intra-individuel de la vitesse de traitement dans le subtest Symboles et les indices ICV, IRP et IMT du WISC-IV.

		Corrélations				
		et_sy	ICV_1	IRP_1	IMT_1	IVT_1
et_sy	Corrélation de Pearson	1	,097	,116	,007	,140 [*]
	Sig. (bilatérale)		,172	,101	,923	,048
	N	199	199	199	199	199
ICV_1	Corrélation de Pearson	,097	1	,468 ^{**}	,315 ^{**}	,183 ^{**}
	Sig. (bilatérale)	,172		,000	,000	,010
	N	199	199	199	199	199
IRP_1	Corrélation de Pearson	,116	,468 ^{**}	1	,373 ^{**}	,281 ^{**}
	Sig. (bilatérale)	,101	,000		,000	,000
	N	199	199	199	199	199
IMT_1	Corrélation de Pearson	,007	,315 ^{**}	,373 ^{**}	1	,258 ^{**}
	Sig. (bilatérale)	,923	,000	,000		,000
	N	199	199	199	199	199
IVT_1	Corrélation de Pearson	,140 [*]	,183 ^{**}	,281 ^{**}	,258 ^{**}	1
	Sig. (bilatérale)	,048	,010	,000	,000	
	N	199	199	199	199	199

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).