

Université de Montréal

**Impact d'un traumatisme craniocérébral en âge avancé sur  
la mémoire de travail et relations avec l'autonomie  
fonctionnelle**

par Catherine Degré

Département de psychologie  
Faculté des arts et des sciences

Essai doctoral présenté  
en vue de l'obtention du grade de doctorat en psychologie (D. Psy.)  
option neuropsychologie clinique

Août 2019

© Catherine Degré, 2019



## Résumé

**Contexte.** La prévalence de traumatisme craniocérébral (TCC) est en hausse au sein de la population âgée. Le TCC chez l'aîné représente un phénomène distinct et ses impacts tendent à être plus importants que chez les jeunes. Cette étude vise à mieux définir les impacts d'un TCC en âge avancé sur les capacités de mémoire de travail (MdT) et à les mettre en relation avec le niveau d'autonomie fonctionnelle, puis à explorer l'effet de facteurs associés à la réserve cognitive sur ces variables. **Méthode.** Vingt-neuf personnes ayant subi un TCC en âge avancé ont été évaluées sur leurs capacités de MdT verbale et spatiale, et sur leur niveau d'autonomie fonctionnelle, puis comparées à un groupe de vingt-quatre personnes âgées en santé. Les variables associées à la réserve cognitive et propres au TCC ont été mises en relation avec les scores de MdT et d'autonomie fonctionnelle. **Résultats.** Les personnes ayant subi un TCC performant significativement moins bien que les participants contrôles à la tâche de MdT spatiale en ordre inverse. Elles ont aussi un moins bon niveau fonctionnel. Aucune relation n'a été trouvée entre les performances en MdT et l'autonomie fonctionnelle. L'âge et la sévérité du TCC ne prédisaient pas la performance en MdT, contrairement au délai post TCC et la présence d'une lésion pariétale qui étaient associés à la MdT verbale et spatiale respectivement. Un plus haut niveau d'éducation était associé à une meilleure performance en MdT, et un meilleur fonctionnement pré-accidentel estimé, à plus d'autonomie fonctionnelle. **Conclusions.** L'effet du TCC sur la MdT semble différer selon la modalité (spatiale) et la condition de rappel (inverse). Certaines variables comme le niveau d'éducation et le fonctionnement cognitif pré-accidentel semblent, jusqu'à un certain point, avoir un effet sur la performance et le niveau d'autonomie fonctionnelle. Comme les patients ayant subi un TCC ont de moins bonnes performances en MdT spatiale inverse et une moins bonne autonomie fonctionnelle, les cliniciens devraient évaluer ces fonctions afin d'offrir une prise en charge cognitive et fonctionnelle adaptée. Une meilleure compréhension des facteurs liés au rétablissement sera éclairante pour bien comprendre leurs besoins après un TCC.

**Mots-clés :** traumatisme craniocérébral, vieillissement, personnes âgées, mémoire de travail, autonomie fonctionnelle, réserve cognitive, neuropsychologie clinique.

## Abstract

**Context.** Prevalence of traumatic brain injury (TBI) among the elderly is increasing as the population ages. Geriatric TBI represents a distinct phenomenon and its consequences seem to be more severe than what is observed in younger populations. The aim of this study is to define the impacts of geriatric TBI on working memory (WM) capacities and link them to the functional outcome of these patients, and to explore the effects of factors associated with cognitive reserve on these variables. **Method.** We evaluated the verbal and spatial WM capacities and functional autonomy levels of 29 elders who sustained a TBI and compared their scores to a group of 24 healthy elders. Cognitive reserve and TBI-related variables were put in relation with WM performance and functional outcome. **Results.** People with TBI obtained a significantly lower score on the spatial WM task, on the reverse order condition, than the control group. The TBI group also obtained worse functional outcome scores. Age and TBI severity did not predict performance, but time since TBI and presence of a parietal lesion did influence verbal and spatial WM scores respectively. A higher level of education was associated with a better WM performance, and a higher estimated premorbid cognitive functioning was associated with functional outcome. **Conclusions.** TBI seems to influence WM differently according to the modality (spatial) and the recall condition (reverse). Variables such as level of education and premorbid cognitive function seem to have, to some extent, an effect on WM and functional capacities. Since TBI patients show impaired performance on the spatial WM task and worse functional outcome, these variables should be considered by clinicians to offer patients adapted care. A better understanding of the profile and determinants of recovery in the elderly will be helpful to assess their rehabilitation needs.

**Keywords :** traumatic brain injury, aging, elderly, working memory, functional outcome, cognitive reserve, clinical neuropsychology.

## Table des matières

Résumé.....	i
Abstract.....	ii
Table des matières.....	iii
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures.....	vi
Liste des sigles.....	vii
Remerciements.....	viii
Introduction.....	1
Contexte théorique.....	2
1. Le traumatisme craniocérébral.....	2
1.1. Le TCC chez l'aîné.....	3
2. Mémoire de travail.....	6
2.1. Modèle de baddeley.....	7
2.2. Rôle de la mémoire de travail.....	8
2.3. Régions neuroanatomiques impliquées en mémoire de travail.....	8
2.4. Mémoire de travail et vieillissement normal.....	9
2.5. Mémoire de travail et TCC.....	11
3. Réserve cognitive.....	13
Objectifs et hypothèses.....	15
Méthode.....	17
1. Participants.....	17
2. Procédures.....	18
3. Mesures.....	19
4. Statistiques.....	21
Résultats.....	23

1. Participants.....	23
2. Analyses des différences entre le groupe de patients TCC et le groupe contrôle.....	26
3. Analyses de régression entre les variables sociodémographiques et liées à l'accident pour les participants TCC et la performance en mémoire de travail.....	29
4. Relations entre la mémoire de travail et l'autonomie fonctionnelle des participants TCC .....	31
5. Relations entre les variables liées à la réserve cognitive (IQCODE et scolarisation) et la mémoire de travail verbale et spatiale chez les participants TCC .....	31
6. Relations entre les variables liées à la réserve cognitive (IQCODE et scolarisation) et l'autonomie fonctionnelle chez les participants TCC.....	32
Discussion.....	33
1. Caractéristiques sociodémographiques et liées à l'accident de l'échantillon .....	34
2. Impacts du TCC en âge avancé sur les performances en mémoire de travail et sur le niveau d'autonomie fonctionnelle.....	36
3. Variables influençant la performance en mémoire de travail après un TCC.....	39
4. Relations entre les scores en mémoire de travail et l'autonomie fonctionnelle.....	41
5. Influence des variables associées à la réserve cognitive.....	41
6. Limites de l'étude .....	44
7. Implications cliniques .....	46
Conclusion .....	46
Références.....	48
Annexe 1 : scores au MMSE des participants TCC vus en 2011-2012.....	i
Annexe 2 : variables considérées pour l'objectif 2.....	ii

## Liste des tableaux

Tableau 1	Données sociodémographiques et mesures de la réserve cognitive des participants .....	23
Tableau 2	Données reliées au TCC (groupe expérimental).....	25
Tableau 3	Moyennes et écart-types des scores d'empan de chiffres et spatial et des scores au MPAI-4.....	26
Tableau 4	Résultats du modèle de régression multiple pour prédire les scores de mémoire de travail.....	30
Tableau 5	Corrélations de Pearson (r) entre les variables de MdT et d'autonomie fonctionnelle.....	31
Tableau 6	Résultats du modèle de régression multiple (variables associées à la réserve cognitive) pour prédire les scores de mémoire de travail.....	32
Tableau 7	Résultats du modèle de régression multiple (variables associées à la réserve cognitive) pour prédire les scores d'autonomie fonctionnelle. ....	33

## Liste des figures

Figure 1	Moyenne de séquences réussies en mémoire de travail verbale selon la condition de rappel et le groupe.....	27
Figure 2	Moyenne de séquences réussies en mémoire de travail spatiale selon la condition de rappel et le groupe.....	28

## Liste des sigles

APT: amnésie post-traumatique

CRIUGM: Centre de recherche de l'Institut de gériatrie de Montréal

CT-scan: tomodensitométrie (computerized tomography)

CUSM: Centre universitaire de santé McGill

ECG : Échelle de Coma de Glasgow

IQCODE: Informant Questionnaire On Cognitive Decline in the Elderly

IRM : imagerie par résonance magnétique

MdT : mémoire de travail

MEM-III : Échelle clinique de mémoire de Wechsler, 3<sup>e</sup> édition

MMSE : Mini-Mental State Examination

MoCA : Montreal Cognitive Assessment

MPAI-4 : Mayo-Portland Adaptability Inventory, 4<sup>e</sup> édition

SAAQ: Société de l'assurance automobile du Québec

TCC : traumatisme craniocérébral

## Remerciements

J'aimerais remercier tous les gens qui, à leur façon, ont permis la réalisation de cet essai doctoral. Plus particulièrement, je souhaite dire merci à ma directrice de recherche, Dre Elaine de Guise, pour son dévouement, sa disponibilité, sa patience et ses encouragements tout au long de mon parcours doctoral. Je suis privilégiée d'avoir pu apprendre d'une scientifique aussi passionnée, rigoureuse et inspirante.

Merci aussi à mes collègues de laboratoire Océane Beaujean et Jessica Julien, sans qui ce projet n'aurait pu être accompli. Merci aux neuropsychologues du CUSM pour leur aide dans le recrutement et leur disponibilité à toutes les étapes de la recherche.

Un grand merci également à mes superviseurs cliniques, Stephan Kennepohl, Noémie Hébert-Lalonde, Martin Thériault et Claude Paquette, qui m'ont inspirée, transmis des connaissances inestimables et partagé leur passion pour la profession de neuropsychologue. Merci aux professeurs qui ont gracieusement accepté de siéger sur mon jury et qui ont permis de rendre ce projet meilleur.

Merci à ma famille et mes amis qui m'ont soutenue et qui se sont intéressés à ce qui m'occupe depuis les dernières années. Merci à ma mère de ne pas m'avoir laissé décrocher quand j'ai voulu quitter l'école en première année du primaire, ça aura valu le coup finalement!

Finalement, je veux remercier toutes les personnes sans qui ce projet n'aurait pu exister, ceux qui ont bien voulu faire avancer la science et les connaissances par leur participation à l'étude. Ce fut un réel plaisir et privilège de vous rencontrer et de discuter avec chacun d'entre vous. Merci de m'avoir accueillie chez vous et d'avoir partagé un peu de votre sagesse.

## Introduction

Le traumatisme craniocérébral (TCC) est un enjeu de santé majeur au Canada et ailleurs dans le monde (Zygun et al., 2005; Cassidy et al., 2004). Il entraîne des séquelles physiques, cognitives, affectives et fonctionnelles (Langlois, Rutland-Brown, & Wald, 2006; Rabinowitz & Levin, 2014; Tolia & Golisz, 2017). L'épidémiologie du TCC connaît un changement depuis quelques années, avec une hausse des personnes âgées subissant un TCC (Roozenbeek, Menon, & Maas, 2013). Le TCC gériatrique se distingue sur le plan du mécanisme de blessure, le plus fréquent étant la chute (Thompson, McCormick, & Kagan, 2006) et sur le plan des séquelles associées, celles-ci étant souvent plus fatales (Leblanc, de Guise, Gosselin, & Feyz, 2006; Susman et al., 2002). De surcroît, les personnes âgées seraient particulièrement vulnérables aux dommages frontaux observés dans le vieillissement (West, 1996), entraînant des dysfonctions exécutives (Rapport, Van Voorhis, Tzelepis, & Friedman, 2001). Les régions cérébrales associées aux capacités exécutives sont également celles qui sont le plus vulnérables lors d'un TCC (McAllister, Flashman, McDonald, & Saykin, 2006). Ces capacités sont essentielles puisqu'elles permettent de réaliser plusieurs tâches cognitives complexes et d'accomplir des activités quotidiennes de façon autonome (Crépeau & Scherzer, 1993; Liu-Ambrose, Ahamed, Graf, Feldman, & Robinovitch, 2008).

Or, peu d'études se sont intéressées d'une part à bien identifier les impacts cognitifs d'un TCC à un âge avancé, notamment sur la mémoire de travail (MdT), et d'autre part de les mettre en lien avec l'autonomie fonctionnelle (Gardner, Connor, Morrissey, & Manley, 2018; Papa, Mendes, & Braga, 2012). Une grande variabilité existe actuellement quant aux impacts d'un TCC sur la cognition et le niveau fonctionnel et quelques études commencent à s'intéresser à l'apport que pourrait avoir l'hypothèse de la réserve cognitive, proposée pour expliquer les différences individuelles observées suite à un TCC (Donders & Stout, 2018; Stern, 2013). La présente étude vise

donc à mesurer la capacité de MdT chez des personnes ayant subi un TCC en âge avancé, car il s'agit d'une fonction cérébrale particulièrement susceptible d'être affectée tant par le vieillissement que par un TCC, mais sur laquelle il existe très peu de littérature actuellement. De plus, comme la MdT est utile à plusieurs domaines fonctionnels et cognitifs (Wood & Rutterford, 2006; Kyllonen & Christal, 1990; Liu-Ambrose et al., 2008), cette étude vise plus spécifiquement à la mettre en relation avec l'autonomie fonctionnelle suivant le TCC en âge avancé et d'explorer l'effet des variables associées à la réserve cognitive sur ces deux aspects pour mieux comprendre les différences individuelles rapportées dans la littérature (Mathias & Wheaton, 2015).

## **Contexte théorique**

### **1. Le traumatisme craniocérébral**

Le traumatisme craniocérébral (TCC) est défini comme étant une altération du fonctionnement cérébral causée par une force externe, comme le contact direct avec un objet, une secousse (Menon, Schwab, Wright, & Maas, 2010) ou une brusque accélération puis décélération du cerveau dans la boîte crânienne qui crée un dommage au point d'impact et à son pôle opposé (Parikh, Koch, & Narayan, 2007). Ces traumatismes peuvent entraîner des lésions cérébrales focales telles des hématomes, hémorragies et œdèmes cérébraux, particulièrement dans les régions frontales et temporales (Parikh et al., 2007). Un TCC peut également causer des dommages diffus aux axones (Adams, Scott, Parker, Graham, & Doyle, 1980). Les lésions axonales diffuses sont associées à un moins bon pronostic (Smith & Meaney, 2000) et tendent à persister au-delà de la période aiguë, soit trois mois dans le cas du TCC sévère (Johnson, Stewart, & Smith, 2013). Se produisent également des changements métaboliques (Giza & Hovda, 2014), neurophysiologiques et cellulaires plus subtils à long terme qui témoignent d'une physiopathologie cérébrale (Werner & Engelhard, 2007). Des dommages structurels plus importants augmentent la probabilité de présenter des déficits cognitifs et

neuropsychiatriques (Parikh et al., 2007). Il est possible d'évaluer la sévérité d'un TCC à l'aide de l'Échelle de Coma de Glasgow (ECG; Teasdale & Jennett, 1974), la durée d'altération ou de perte de conscience et la durée de l'amnésie post-traumatique (APT). Un TCC léger entraîne la plupart du temps une APT de moins de 24 heures, une perte de conscience de 30 minutes ou moins et un score entre 13 et 15 à l'ECG (Marshall et al., 2012). S'il y a présence de lésions neurologiques, souvent moindres que dans les cas de TCC modérés ou sévères, on parlera de TCC léger complexe. Ces derniers présentent une altération de l'état de conscience de plus de 30 minutes, des APT de plus de 24 heures ou plus de 7 jours pour le TCC sévère, et des scores de 9 à 12 et de 3 à 8 respectivement à l'ECG (Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel, 2012).

**1.1. Le TCC chez l'aîné.** Le TCC connaît un changement épidémiologique depuis les dernières années, avec une augmentation des personnes âgées subissant un TCC (Roozenbeek et al., 2013).. En effet, le taux d'hospitalisations attribuables à un TCC s'est accru chez les personnes âgées de 65 ans et plus au Québec depuis 2005 (Goulet, Tremblay, St-Laurent, & Swaine, 2012). Au Canada, en 2005-2006, il s'agissait du trouble neurologique pour lequel il y avait le plus de patients admis à l'urgence (Institut canadien d'information sur la santé, 2007). On peut croire que la prévalence ne fera qu'augmenter au cours des prochaines années étant donné l'actuel vieillissement de la population. Cette hausse pourrait être le résultat de l'interaction de facteurs démographiques tels que l'augmentation de l'espérance de vie et le maintien à domicile, ainsi que de facteurs physiologiques et de santé physique comme cognitive. D'abord, Statistique Canada (2010) prévoit que près de 25% de la population sera âgée de plus de 65 ans en 2036. L'augmentation estimée d'hospitalisation de la population TCC âgée représentera donc un problème de santé publique majeur ainsi qu'un important fardeau économique (Thompson et al., 2012).

Sur le plan de l'étiologie du TCC, chez la population âgée, le mécanisme de blessure est

majoritairement la chute, par rapport aux autres groupes d'âge où les accidents de la route sont plus souvent en cause (Bruns & Hauser, 2003; Thompson, McCormick, & Kagan, 2006; Faul, Xu, Wald, & Coronado, 2002). La prise de benzodiazépines, répandue chez la personne âgée, a été identifiée comme un facteur de risque pour les chutes (Pariante et al., 2008). Par ailleurs, la peur de tomber chez la personne âgée peut mener à un déconditionnement et ainsi augmenter le risque de chute. Il résulte de ces chutes surtout des TCC légers (Styrke, Stålnacke, Sojka, & Björnstig, 2007; Tardif et al., 2017), mais plusieurs recherches ont démontré qu'à sévérité égale, les personnes âgées tendent à avoir des conséquences plus graves que les jeunes (Susman et al., 2002; Testa et al., 2005). Toutefois, l'exactitude du score à l'ECG pour les personnes âgées a été remise en question, puisque celles-ci seraient plus vulnérables à des lésions intracrâniennes, moins symptomatiques pour l'ECG, mais entraînant des complications à retardement ou une réponse pathophysiologique différente des jeunes (Goldstein & Levin, 2001; Tokutomi et al., 2008).

La présence d'autres blessures ou conditions physiques préexistantes, tels que les facteurs de risque vasculaires, peut aussi compliquer le tableau clinique, en agissant à la fois comme facteur précipitant et de mauvais pronostic (Thompson et al., 2006). Par exemple, la prise de médication anticoagulante jumelée à l'atrophie cérébrale observée dans le vieillissement normal rend les personnes âgées plus à risque de présenter une hémorragie intracrânienne (Karibe et al., 2017). Le pronostic après un TCC est donc moins favorable à un âge avancé, le taux de mortalité étant plus élevé avec l'avancement de l'âge (Susman et al., 2002). Cette proportion de décès est augmentée lorsqu'il y a présence de conditions médicales pré-morbides (Stocchetti, Paternò, Citerio, Beretta, & Colombo, 2012), mais chez ceux qui survivent, des améliorations fonctionnelles sont possibles avec des soins intensifs (Gardner, Connor, Morrissey, & Manley, 2018; Mosenthal et al., 2004). L'âge avancé influence négativement le niveau fonctionnel post TCC à court et long termes dans les

domaines physique et cognitif, et est lié à une plus longue hospitalisation (Leblanc, de Guise, Gosselin, & Feyz, 2006; Tardif et al., 2017). De plus, la proportion de patients institutionnalisés après un TCC augmente significativement avec l'âge (de Guise et al., 2015). Les personnes âgées sont également plus susceptibles d'être moins autonomes, plus dépendantes des autres (Testa et al., 2005) et démontrent un plus grand déclin fonctionnel dans les cinq ans suivant leur TCC par rapport aux jeunes (Marquez de la Plata et al., 2008). Elles sont également plus à risque de souffrir de difficultés sociales et fonctionnelles suivant un TCC (Lavoie-Dugré, 2015). La prévalence de dépression demeure importante et est liée à un moins bon rétablissement (Papa et al., 2012). Il est en effet connu que les perturbations affectives peuvent être une conséquence directe ou secondaire du TCC et sont liées de près au niveau fonctionnel et à la participation sociale (Anke et al., 2015). Des difficultés sociales peuvent être rapportées (Burleigh, Farber, & Mawr, 1995; Temkin, Corrigan, Dikmen, & Machamer, 2009), car les interactions et situations sociales requièrent certains processus cognitifs pouvant être affectés après un TCC, tels que l'attention, le langage, les fonctions exécutives (capacités d'autorégulation) et la mémoire de travail, ce qui peut contribuer à créer un certain isolement (Toglia & Golisz, 2017). Ainsi, il est connu que chez l'adulte, le TCC entraîne fréquemment des impacts fonctionnels et des limites sur le plan de la participation sociale. Par exemple, chez 65 % des TCC modérés-sévères, les déficits cognitifs et comportementaux sont présents à long terme et entraînent des limitations fonctionnelles dans 43% des cas (Rabinowitz & Levin, 2014).

Le statut cognitif a été démontré comme étant fortement associé au niveau fonctionnel, même dix ans après un TCC (Ponsford, Draper, & Schönberger, 2008). Les déficits neuropsychologiques les plus présents après un TCC chez les sujets âgés concernent l'attention, la mémoire, le raisonnement (Goleburn & Golden, 2001), la vitesse de traitement, le langage et les fonctions

exécutives (Rapoport et al., 2006). Par ailleurs, un TCC en âge avancé pourrait être un facteur de risque de développer une démence (Gardner et al., 2014; Sayed, Culver, Dams-O'Connor, Hammond, & Diaz-Arrastia, 2013). Les difficultés typiques observées lors d'un TCC peuvent se trouver exacerbées par l'âge (Goldstein et al., 1994). En effet, le cerveau vieillissant subit des changements structurels et fonctionnels normaux pour l'âge (Thompson et al., 2006; Van der Linden & Huppert, 1994), particulièrement au niveau temporal et frontal (Head, Raz, Gunning-Dixon, Williamson, & Acker, 2002). D'après la théorie frontale du vieillissement cognitif (West, 1996), les fonctions exécutives subissent un déclin avec l'âge en raison de modifications au niveau préfrontal et seraient affectées de façon précoce dans le vieillissement normal comme pathologique, mais de façon hétérogène entre les différentes fonctions (Bherer, Belleville, & Hudon, 2004). Or, ces régions cérébrales sont relativement communes à celles habituellement touchées lors d'un TCC (Stuss, 2011). Ainsi, les fonctions sous-tendues par ces zones sont doublement à risque de présenter des déficits après un TCC. Par conséquent, une fonction particulièrement susceptible d'être altérée est la mémoire de travail, qui est impliquée dans plusieurs autres fonctions cognitives de haut niveau et dans une gamme d'activités quotidiennes. Il s'agit d'ailleurs d'une plainte fréquente suivant un TCC (McAllister, Flashman, McDonald, & Saykin, 2006).

## **2. Mémoire de travail**

La mémoire de travail (MdT) est définie comme un système de stockage temporaire de l'information afin que cette dernière soit maintenue et manipulée pour des tâches cognitives complexes (Baddeley, 1986). Elle implique donc plus qu'un stockage en mémoire à court terme et dépend du contrôle attentionnel conscient. Cette fonction cognitive est parfois considérée comme un des différents types de mémoire, mais peut aussi être conceptualisée comme faisant partie des

fonctions exécutives; selon Baddeley (1998), la MdT se situe à la croisée des chemins entre la mémoire, l'attention et la perception.

**2.1. Modèle de Baddeley.** Un des modèles les plus utilisés pour conceptualiser la MdT est celui de Baddeley et Hitch (1974), basé sur des données empiriques et influencé par la neuropsychologie. Ce modèle divise la MdT en trois composantes qui reflèteraient le traitement et la manipulation de l'information en plus du stockage à court terme. D'abord, l'administrateur central agit comme système du contrôle attentionnel, capable de sélectionner des stratégies cognitives et des processus de traitement optimaux pour une tâche. Il agit également comme centre exécutif pour coordonner les tâches doubles et intervenir dans le traitement de problèmes nouveaux ou lorsque les processus automatiques ne sont plus efficaces (Baddeley, 2007). La capacité de l'administrateur central étant limitée, plus d'erreurs sont commises lorsqu'il est saturé (Baddeley, 1986). En gardant l'information active, elle est prête à être adaptée en réponse à un changement ou une demande cognitive ou environnementale (Alloway & Alloway, 2013).

L'administrateur central agit aussi comme coordonnateur des deux sous-systèmes esclaves de la MdT. Le premier est la boucle phonologique, qui contribue à la rétention et à la manipulation de matériel verbal par la répétition subvocale de l'information (Baddeley, 2007). Le second système impliqué dans le modèle de Baddeley est le calepin visuospatial, qui remplit les mêmes fonctions que la boucle phonologique, mais pour le matériel visuel et spatial, pour se former des images mentales et opérer sur celles-ci (Baddeley, 1983). Il est possible d'évaluer les capacités de MdT verbale et spatiale par une épreuve d'empan dans chaque modalité : des séquences de chiffres pour le matériel verbal et de blocs pour l'aspect visuospatial (Conway et al., 2005; Lezak et al., 2012). En demandant à la personne de rappeler la séquence présentée, dans l'ordre direct et surtout inverse, il est possible d'approximer la capacité de MdT des sous-systèmes du modèle de Baddeley

(Conway et al., 2005; Lezak et al., 2012). Baddeley ajoute à son modèle le tampon épisodique (*buffer*) qui rend compte de l'activation temporaire des représentations en mémoire à long terme pour contribuer aux processus coordonnés des composantes de la MdT (Baddeley, 2000).

**2.2. Rôle de la mémoire de travail.** Comme la MdT est une fonction cognitive impliquée dans plusieurs autres processus cognitifs de haut niveau et sollicitée dans l'accomplissement de nombreuses tâches quotidiennes, une dégradation de celle-ci a des impacts importants. Wood et Rutterford (2006) ont observé que les déficits en MdT dix ans après un TCC prédisent le devenir des patients pour ce qui est de l'emploi, de l'intégration communautaire, de la dépression et de la satisfaction de vie. La MdT est fortement corrélée avec la capacité de raisonnement (Kyllonen & Christal, 1990), qui permet de considérer toutes les informations de l'environnement pour choisir une stratégie appropriée à une situation nouvelle ou à un problème à résoudre. Une atteinte à ce niveau pourrait rendre plus difficile l'adaptation à l'environnement et aux imprévus auxquels les automatismes cognitifs ne suffisent pas. La MdT est également liée à la mémoire prospective, la capacité à se rappeler d'effectuer des actions futures comme prendre une médication ou aller à un rendez-vous (Einstein & Mcdaniel, 1990; Braver & West, 2008). Il s'agit d'un problème notable chez les patients ayant subi un TCC (Kinsella et al., 1996). De plus, l'aptitude à gérer ses finances implique un calcul et une rétention de l'information à manipuler, ce qui est sous-tendu par la MdT (Bédirian, 2008). La MdT joue aussi un rôle important dans la compréhension de la lecture (Swanson et al., 1986; Baddeley, Logie, Nimmo-Smith, & Brereton, 1985) et la production du langage (Kemper, Herman, & Liu, 2004).

**2.3. Régions neuroanatomiques impliquées en mémoire de travail.** Les processus exécutifs de maintien, de contrôle attentionnel et d'intégration de l'information sont associés au cortex préfrontal (Cohen et al., 1997; Müller & Knight, 2006). Plus particulièrement, le cortex

préfrontal dorsolatéral serait activé durant l'encodage, la manipulation et la récupération de l'information (D'Esposito, 2000). De plus, en ce qui concerne les sous-systèmes de la MdT, il y aurait une dissociation entre les processus de stockage et de répétition. Pour la boucle phonologique, ces structures seraient davantage à gauche (cortex pariétal et aire de Broca respectivement), tandis que pour le calepin visuospatial, les régions occipitales, pariétales et prémotrices droites seraient recrutées (Smith & Jonides, 1998). Ainsi, les lobes frontaux et pariétaux, et la connexion entre eux, ont un rôle important dans l'aspect dynamique de la MdT (Eriksson, Vogel, Lansner, & Bergstro, 2015). La MdT a également une composante mnésique. En effet, bien que la mémoire de travail fasse appel à plus qu'une simple rétention de l'information en mémoire, cette dernière est nécessaire afin d'exercer une certaine manipulation de l'information. Par exemple, en ce qui concerne les séquences de chiffres, l'empan attentionnel simple (en ordre direct) fait appel aux capacités de mémoire à court terme. La contribution de l'hippocampe à cet aspect mnésique ne fait pas consensus. D'une part, il y a certaines évidences que l'hippocampe joue un rôle dans les processus de mémoire de travail, notamment par sa contribution à la maintenance de l'information nouvelle (Leszczynski, 2011). Laroche, Davis et Jay (2000) parlent plus précisément de l'importance des réseaux neuronaux reliant l'hippocampe et le cortex préfrontal. Pour sa part, Baddeley (2011) émet l'hypothèse que l'hippocampe pourrait ne pas être indispensable à la réalisation de tâches de mémoire de travail, après avoir étudié la performance d'un patient avec une réduction du volume hippocampique bilatéral d'environ 50%.

**2.4. Mémoire de travail et vieillissement normal.** Dans le vieillissement normal, la région préfrontale, puis l'hippocampe, sont les zones qui s'atrophieraient le plus avec l'âge (Raz et al., 2005) et se trouvent à être d'importants substrats neuronaux de la MdT (Cohen et al., 1997; Müller & Knight, 2006). Les processus de MdT subissent des changements avec l'âge, par exemple en

recrutant les cortex frontal et pariétal pour soutenir ses aspects exécutifs (Froudish-Walsh, López-Barroso, Torres-Prioris, Crosson, & Berthier, 2018). Au niveau fonctionnel, la MdT participe à maintenir un certain niveau d'autonomie dans plusieurs sphères d'activités quotidiennes. Notamment, de meilleures capacités exécutives de la MdT sont liées à une meilleure approximation des distances et un meilleur jugement dans la planification motrice, ce qui permet de réduire l'incidence de chutes (Liu-Ambrose et al., 2008).

À propos de la performance observée en MdT chez les sujets âgés, la littérature actuelle rapporte des résultats contradictoires. Dans certaines études, la performance aux tâches d'empan verbal (Bopp & Verhaeghen, 2005) comme spatial tend à être moins élevée chez les sujets âgés, pour les conditions directes et inverses (Hester, Kinsella, & Ong, 2004). Une dissociation entre le déclin de l'empan spatial et de l'empan verbal est parfois observée, le premier étant plus prononcé avec l'avancement en âge (Brockmole & Logie, 2013). Les sujets âgés seraient aussi plus vulnérables à la charge (*load*) de la MdT (Wingfield, Stine, Lahar, & Aberdeen, 2007). Toutefois, d'autres études ne trouvent pas de différence significative entre les sujets jeunes et âgés (Belleville, Rouleau, & Caza, 1998; Belleville, Peretz, & Malenfant, 1996) ou expliquent la variance observée par la vitesse de traitement diminuée chez les sujets âgés (Salthouse, 1991, 1994). Des modifications neurophysiologiques sont effectivement observées au niveau frontal dans le vieillissement normal (nombre et taille des neurones, efficacité moindre des connexions synaptiques), mais ne signifient pas toujours que les performances des sujets âgés seront différentes de celles des sujets plus jeunes (Brouillet & Syssau, 2000). En comparant ces résultats à la lumière des études de neuroimagerie fonctionnelle, des différences d'activation lors de tâches de MdT sont souvent observées (Reuter-Lorenz & Lustig, 2017). Lorsqu'ils obtiennent une performance semblable aux sujets jeunes, les sujets âgés démontrent plus d'activation préfrontale

bilatérale jusqu'à un certain seuil de difficulté de la tâche où cette compensation ne suffit plus et la performance décline (Mattay et al., 2006). Des différences d'activation selon l'âge ont aussi été notées au niveau du cortex préfrontal dorsolatéral durant la phase de récupération de l'information, les sujets âgés plus rapides démontrant une plus grande activation de cette zone (Rypma & D'Esposito, 2000). De plus, les sujets âgés qui maintiennent une performance normale à une tâche d'empan verbal semblent avoir recours à des réseaux neuronaux alternatifs lorsqu'il y a perte de la matière grise dans le réseau habituel requis pour la tâche (Steffener, Brickman, Rakitin, & Gazes, 2009).

**2.5. Mémoire de travail et TCC.** Comme le cortex préfrontal est particulièrement vulnérable lors d'un TCC, des atteintes de la MdT sont susceptibles de se retrouver aussi après un TCC. Il y a en effet d'importants chevauchements des régions vulnérables au TCC et celles impliquées dans la MdT, ce qui entraîne un problème d'activation, d'allocation et de modulation des ressources cognitives, même chez les TCC légers (McAllister et al., 2001; 2006). Les déficits observés seraient prédits par la sévérité du TCC selon certains auteurs (Hanten, Stallings-Roberson, Song, Bradshaw, & Levin, 2003; Perlstein et al., 2004).

Les résultats des études chez les adultes sont divergents. En ce qui concerne l'administrateur central du modèle de Baddeley, la performance tend à décliner de façon plus importante en fonction de la charge (*load*) à traiter (Perlstein et al., 2004) et selon le niveau de traitement requis (Vallat-Azouvi, Weber, Legrand, & Azouvi, 2007). Selon Vallat-Azouvi et al. (2007), il n'y a pas de différence significative entre les empan spatiaux et verbaux des sujets contrôles et ayant un TCC sévère, mais il y a des difficultés dans les stratégies de maintien de l'information, donc à un niveau plus exécutif et central. Cependant, d'autres études rapportent des déficits au niveau des sous-systèmes de la MdT. Par exemple, la MdT verbale et spatiale est affectée par un TCC même léger

lorsqu'il y a réduction de la connectivité cérébrale des zones impliquées dans la MdT, notamment des régions frontales aux autres aires cérébrales (Kumar, Rao, Chandramouli, & Pillai, 2009). Selon Barth et al. (1989), l'empan direct aurait tendance à redevenir normal après un TCC léger, mais l'empan envers resterait déficitaire. Le score au test d'empan spatial serait également diminué chez les patients cérébrolésés (Kessels, van Zandvoort, Postma, Kappelle, & de Haan, 2000). Au niveau de l'activation cérébrale, des différences sont également présentes dans les régions impliquées dans la MdT. Comme pour les sujets âgés, le cortex préfrontal dorsolatéral serait altéré dans son activation, tout comme l'aire de Broca (Perlstein et al., 2004). Par rapport à des sujets normaux, les sujets avec un TCC ont une activation pariétale inférieure gauche réduite et une augmentation de l'activation frontale inférieure droite pour compenser les changements neuronaux dus au TCC (Kasahara et al., 2011). Malgré des performances similaires à des sujets contrôles aux épreuves neuropsychologiques, des différences dans les patrons d'activation sont observables à l'IRM (Chen et al., 2012).

En ce qui concerne la MdT et le TCC en âge avancé, très peu d'études se sont intéressées à ce sujet en particulier. Les quelques données actuelles sont plutôt contradictoires. Selon une méta-analyse réalisée avec des enfants et des adultes par Dunning et al. (2016), la MdT verbale et spatiale serait diminuée après un TCC modéré à sévère, et l'avancement de l'âge prédirait le niveau de déficit de la MdT verbale. Par contre, Aharon-Peretz et al. (1997) ont pour leur part trouvé que l'empan de chiffres chez les personnes âgées n'est pas significativement affecté par un TCC. D'autre part, d'après Richards (2001), les effets du vieillissement et d'un TCC léger en âge avancé sur l'attention et les fonctions exécutives seraient additifs plutôt qu'interactifs, c'est-à-dire que le déclin de la MdT après un TCC serait similaire entre les sujets jeunes et âgés, mais que ces derniers auraient une moins bonne performance initiale.

### **3. Réserve cognitive**

Il apparaît que les impacts cognitifs et fonctionnels du TCC sont assez hétérogènes et varient selon les études, la conceptualisation et les mesures utilisées. Par ailleurs, il ne semble pas non plus y avoir consensus dans les quelques études concernant la population âgée. Certaines variables pré-accidentelles sont connues pour être liées à un meilleur rétablissement suite à un TCC, telles que le fonctionnement cognitif antérieur, la présence de conditions médicales autres et le volume cérébral (Bigler & Stern, 2015; Yeates, Levin, & Ponsford, 2017). Les caractéristiques du TCC, telles que la sévérité ou la durée de l'APT, ne peuvent expliquer complètement le devenir des patients âgés (Gardner et al., 2018; Leary, Kim, Bradley, & Hussain, 2018).

De plus en plus d'études suggèrent l'hypothèse de la réserve cognitive (RC) comme potentiel facteur explicatif des différences de performance rapportées dans la littérature (Mathias & Wheaton, 2015; Richards & Deary, 2005; Stern, 2013). L'hypothèse de la réserve cognitive (RC) a été proposée pour expliquer la dissociation entre le niveau de dommage cérébral et sa présentation clinique attendue (Stern, 2009). La RC est un concept qui a été étudié surtout en lien avec la maladie d'Alzheimer, mais qui est pertinent en toute circonstance où un dommage cérébral est observé (Stern, 2002). D'une part, les modèles dits passifs parlent de réserve cérébrale pour rendre compte des variabilités anatomiques et structurelles individuelles dans la composition et la taille du cerveau. Ainsi, un cerveau plus volumineux ou contenant un nombre plus élevé de synapses pourrait subir plus de dommages avant d'atteindre un seuil critique où des déficits cognitifs seraient observés. Les modèles actifs réfèrent aux processus et à l'utilisation des ressources cognitives disponibles dans le vieillissement ou résiduelles dans le cas d'un dommage cérébral (Stern, 2002, 2013). L'hypothèse de la RC suppose que les différences individuelles de flexibilité et d'adaptabilité des réseaux neuronaux permettent de mieux gérer et compenser les déficits cognitifs (Steffener & Stern, 2012; Stern et al., 2018). Ces variables sont considérées

comme étant corrélées avec le niveau d'éducation ou le QI (Bigler & Stern, 2015). Chez des sujets en santé, on parle de réserve neuronale ou d'efficience pour rendre compte de l'utilisation de ces réseaux, alors qu'il s'agit de mécanismes de compensation neuronale chez les individus cérébrolésés. Cela peut se traduire par un recours à des réseaux alternatifs pour effectuer une tâche cognitive selon le niveau d'activation requis (Stern, 2013). Par exemple, chez des sujets âgés en santé, une plus grande efficience de la région frontale inférieure droite et un plus grand volume de matière grise frontale et pariétale étaient observés chez des sujets avec une plus grande RC lors d'une tâche de MdT (Bartrés-Faz et al., 2009). De plus, Fernández-Cabello et al. (2016) ont démontré que les sujets âgés avec un plus haut niveau d'éducation performaient mieux que les moins éduqués à une tâche de MdT. Parmi les plus éduqués, ceux chez qui des dommages à la matière blanche avaient été identifiés recouraient à l'activation de zones cérébrales supplémentaires pour obtenir la même performance que les sujets sans lésions qui eux avaient une activation cérébrale similaire aux jeunes adultes.

En ce qui concerne le TCC, il a été démontré que la RC estimée par le niveau d'éducation pouvait agir comme facteur de protection des fonctions cognitives après un TCC modéré-sévère, notamment pour la vitesse de traitement, la MdT et la mémoire épisodique (Bigler & Stern, 2015; Sumowski, Chiaravalloti, Krch, Paxton, & Deluca, 2013). Un volume cérébral prémorbide plus élevé protégerait aussi du déclin cognitif post TCC (Donders & Stout, 2018; Kesler, Adams, Blasey, & Bigler, 2010). L'hypothèse de la RC est donc considérée pour expliquer les différences d'atteintes cognitives, affectives et sociales observées post TCC outre sa sévérité (Rassovsky et al., 2015; Sigurdardottir, Andelic, Roe, & Schanke, 2009). Lors d'un TCC modéré-sévère, la RC mesurée par le niveau d'éducation est positivement associée à la probabilité d'avoir un rétablissement fonctionnel sans incapacités après un an (Schneider et al., 2014) et un plus haut

niveau d'éducation est associé à une meilleure indépendance fonctionnelle au congé de l'hôpital (de Guise, Leblanc, Feyz, & Lamoureux, 2005; Donders & Stout, 2018). Levi et collaborateurs (2013) ont pour leur part suggéré un modèle à trois facteurs qui seraient des composantes importantes de RC en contexte de TCC, soit le niveau d'intelligence prémorbide, le statut socioéconomique et les activités de loisirs. En facilitant le recrutement de régions bénéfiques aux performances mnésiques dans le vieillissement normal (Kalpouzos, Eustache, & Desgranges, 2008) et suivant un TCC (Sumowski et al., 2013), nous émettons l'hypothèse que la RC pourrait avoir une influence sur la capacité de MdT chez les personnes ayant subi un TCC à un âge avancé. Il est également proposé qu'une plus grande RC serve de facteur de protection non seulement pour les ressources cognitives, mais également pour les événements sociaux et de la vie quotidienne (Nucci, Mapelli, & Mondini, 2012). Ainsi, il devient intéressant mais aussi novateur de mieux définir le profil de MdT chez les sujets âgés ayant subi un TCC en âge avancé, de le mettre en relation avec leur récupération fonctionnelle et d'explorer le rôle de la RC sur le devenir de ces patients.

### **Objectifs et hypothèses**

Malgré la prévalence élevée du TCC dans notre société et l'actuel vieillissement démographique, peu de données cognitives, notamment sur la MdT, sont actuellement disponibles pour les cliniciens qui interviennent auprès de cette population. L'objectif général de cette étude est donc d'évaluer la MdT verbale et spatiale chez des patients ayant subi un TCC en âge avancé et de mieux comprendre les variables qui influencent leurs performances, de mesurer l'impact de la capacité de MdT sur le niveau d'autonomie fonctionnelle des participants, et d'explorer le rôle de certains facteurs associés à la RC sur ces variables.

Le premier objectif spécifique est de comparer les scores obtenus à des tests de MdT verbale

et spatiale et l'autonomie fonctionnelle mesurée par le *Mayo-Portland Adaptability Inventory* (MPAI-4) entre un groupe de patients ayant subi un TCC en âge avancé et un groupe de participants âgés en santé. Compte tenu des changements physiologiques et structurels fréquemment observés lors d'un TCC, nous émettons l'hypothèse que les personnes ayant subi un TCC auront de plus faibles scores aux tests de MdT verbale et spatiale (nombre de séquences réussies) par rapport aux participants contrôles. Nous prévoyons aussi observer un moins grand nombre de séquences réussies aux tâches d'empan en ordre inverse pour le groupe TCC, car cette condition dépendrait davantage de la manipulation de l'information plutôt que du rappel immédiat du matériel. Nous nous attendons également à ce que les patients du groupe TCC aient des scores plus élevés (plus de difficultés) aux échelles Capacités, Adaptation et Participation et au score total de l'échelle d'autonomie fonctionnelle du *Mayo-Portland Adaptability Inventory* (MPAI-4).

Le second objectif est d'explorer les variables sociodémographiques et liées au TCC (score ECG, nombre jours post accident, CT scan positif vs négatif, lésion frontale, lésion temporale, lésion pariétale, lésion occipitale) qui seraient susceptibles d'influencer les performances en MdT verbale et spatiale (ordre direct et inverse) chez le groupe de patients TCC en âge avancé. Malgré l'approche exploratoire de cet objectif, nous proposons tout de même que les personnes plus âgées, ayant subi un TCC plus grave (score ECG diminué), évaluées dans un plus bref délai post TCC (temps de récupération plus court) et ayant subi des lésions frontales et pariétales auront de moins bonnes performances en MdT verbale et spatiale que les autres patients TCC.

Le troisième objectif spécifique est d'explorer la relation entre les scores en MdT et l'autonomie fonctionnelle mesurée par le MPAI-4. Nous croyons que des scores plus bas aux tests de MdT seront associés à des scores plus élevés (plus de difficultés) au score total ainsi qu'aux trois sous-échelles du MPAI-4 (Capacités, Adaptation, Participation) considérant le rôle de la MdT dans

la réalisation de tâches quotidiennes et la participation sociale.

Le dernier objectif spécifique de cette étude consiste à investiguer l'influence de certaines variables associées à la RC sur les performances de MdT tout comme sur le niveau d'autonomie fonctionnelle chez les sujets ayant subi un TCC. Nous émettons l'hypothèse que les patients ayant un moins haut niveau de scolarisation et un fonctionnement cognitif pré-accidentel moins élevé (déclin plus important) auront des performances plus faibles en MdT et un moins bon niveau de récupération fonctionnelle (score plus élevé au MPAI-4). Selon l'hypothèse de la RC, ces variables pourraient expliquer des différences de performance cognitive et d'autonomie fonctionnelle en agissant comme facteurs de vulnérabilité ou de protection suite à un TCC.

## **Méthode**

### **1. Participants**

Un total de cinquante-trois personnes âgées entre 55 et 86 ans ont participé à cette étude. Pour tous les participants, les critères d'exclusion étaient: (a) des antécédents neurologiques (hormis le TCC pour le groupe TCC); (b) des antécédents de troubles psychiatriques sévères ou symptomatiques au moment de l'étude; (c) un historique d'abus d'alcool ou de substances; (d) ne pas maîtriser le français ou l'anglais de manière fluente. En ce qui concerne le groupe contrôle, les critères d'inclusion comprenaient également le fait d'obtenir un score supérieur à 26/30 au *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA; Nasreddine et al., 2005).

Pour le groupe contrôle, 47 participants ont été contactés. Parmi ceux-ci, 43 faisaient partie de la banque de participants du CRIUGM et quatre ont été recrutés dans la communauté. Cinq participants ont été exclus suite à l'évaluation de leur éligibilité à l'étude et seize ont refusé de participer. Au total, 26 personnes ont accepté de prendre part à l'étude, mais deux ne se sont pas

présentées à l'évaluation. Ainsi, le groupe contrôle est composé de 24 participants. Pour le groupe expérimental, vingt-neuf participants ayant obtenu un diagnostic de TCC tardif, c'est-à-dire au-delà de l'âge de 55 ans, ont été considérés dans cette étude. De ce nombre, neuf ont été recrutés par les neuropsychologues du CUSM entre les mois de janvier 2017 et février 2019 lors de leur admission à l'Hôpital Général de Montréal suivant leur TCC et évalués dans les mois suivants. Les vingt autres participants proviennent d'une base de données antérieure de patients âgés ayant subi un TCC et admis au CUSM entre les mois de septembre 2011 et décembre 2012. Ceux-ci avaient alors participé à une autre étude similaire et ont consenti à ce que leurs données soient réutilisées dans d'autres projets de recherche de façon dénominalisée. Ainsi, un total de 74 patients ont été recrutés lors de leur hospitalisation. De ce nombre, cinq n'étaient pas éligibles à l'étude, 25 n'ont pas donné suite à notre appel téléphonique, cinq ont refusé de participer et dix ne se sont pas présentés à l'évaluation. Pour attester de la présence d'un TCC, une blessure traumatique crânienne ou intracrânienne a été identifiée à l'imagerie radiologique ou de tomographie assistée par ordinateur (CT-scan). À défaut de marqueurs neuroradiologiques, au moins un des indicateurs suivants a été documenté : perte de conscience, altération de l'état de conscience (score à l'Échelle de Coma de Glasgow (ECG) diminué), APT et blessures faciales ou extra-crâniennes importantes. De plus, dans tous les cas, un diagnostic par un médecin devait être consigné au dossier.

## **2. Procédures**

La demande d'éthique multicentrique pour ce projet a été acceptée par le Centre Universitaire de Santé McGill (CUSM-MP-37-2017-2984) et par le Comité d'éthique de la recherche en éducation et en psychologie (CEREP) de l'Université de Montréal. Les participants du groupe expérimental (TCC) ont été identifiés par les neuropsychologues du CUSM, qui leur ont présenté l'étude. Les intéressés signaient un formulaire de consentement à être recontactés par la coordonnatrice de recherche ou ses assistants pour obtenir plus d'information concernant le but de l'étude et donner

leur consentement s'ils acceptaient de participer. Les participants du groupe contrôle ont été recrutés via la banque de participants du Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM) et dans la communauté. La coordonnatrice de recherche ou ses assistants ont contacté les participants potentiels pour s'assurer de leur éligibilité à l'étude selon les critères d'inclusion et d'exclusion, leur expliquer la nature de l'étude et recueillir leur consentement verbal et leurs coordonnées. Ensuite, un rendez-vous pour la séance d'évaluation était prévu. Les participants ont été évalués principalement à domicile, ou bien dans un local de l'Hôpital Général de Montréal, du CRIUGM ou de l'Université de Montréal selon leur préférence. L'évaluation, administrée par des candidates au doctorat en neuropsychologie spécialement formées, durait environ deux heures, avec une pause prévue à la moitié de la rencontre. Un questionnaire évaluant le niveau de fonctionnement cognitif global pré-accidentel, le *Informant Questionnaire On Cognitive Decline in the Elderly* (IQCODE), a été complété par les proches des participants. La procédure était la même pour les patients TCC vus en 2012. Ceux-ci avaient par ailleurs été évalués grâce au *Mini-Mental State Examination* (MMSE) afin d'exclure la présence de trouble neurocognitif. Les scores sont disponibles à l'Annexe 1.

### **3. Mesures**

**Données sociodémographiques.** Une entrevue semi-structurée a permis d'obtenir les informations démographiques des deux groupes, c'est-à-dire l'âge, le sexe, le niveau de scolarité et la situation d'emploi. Les données médicales des participants TCC étaient disponibles dans leurs dossiers médicaux au CUSM. Nous nous sommes intéressés à la date et au mécanisme de l'accident (chute, accident de la route, sport ou autre) ainsi qu'à la sévérité du TCC mesurée par le score à l'ECG (Teasdale & Jennett, 1974). Nous avons aussi considéré la présence de lésions observées à l'imagerie cérébrale (CT-scan) et leur localisation. Les résultats au CT-scan étaient consignés au dossier par des neurochirurgiens aveugles aux évaluations cognitives et fonctionnelles. Ces derniers

ont classé qualitativement les lésions selon leur localisation (frontale, pariétale, temporale, occipitale). Un CT-scan négatif signifie qu'aucune lésion n'a été objectivée à l'imagerie. Le MoCA a été utilisé pour établir le niveau de fonctionnement cognitif et exclure un trouble neurocognitif chez les sujets contrôles. Il s'administre en 10 minutes et comporte des items qui évaluent sommairement plusieurs fonctions cognitives. Un score inférieur à 26/30 indiquerait des difficultés cognitives. Le MoCA a une bonne fidélité test-retest (0,92) et cohérence interne ( $\alpha=0,83$ ) et est sensible pour détecter les troubles cognitifs légers (Lezak et al., 2012; Nasreddine et al., 2005).

**Mémoire de travail.** La MdT verbale a été mesurée par le sous-test empan de chiffres de l'*Échelle clinique de Mémoire de Wechsler (MEM-III; Wechsler, 2001)*. Dans cette tâche, le participant doit se rappeler d'une séquence de chiffres présentée oralement, puis les répéter; dans un premier temps, dans le même ordre, puis en ordre inverse. Quant à la MdT spatiale, elle a été mesurée par le sous-test mémoire spatiale de la *MEM-III* (Wechsler, 2001). Dans cette épreuve, le participant doit rappeler une séquence de blocs pointés par l'évaluateur, dans l'ordre puis en ordre inverse. Tant en modalité verbale que spatiale, les conditions inverses font appel à la MdT, car une manipulation de l'information est requise en plus de sa rétention. L'empan de chiffres a une fidélité test-retest entre 0,66 et 0,89 (Lezak et al., 2012); l'empan spatial a des consistances interne et test-retest adéquats (0,70-0,79) (Strauss, Sherman & Spreen, 2006). Dans le cadre de cette étude, le nombre de séquences réussies pour chacune des conditions a été analysé.

**Autonomie fonctionnelle.** Le niveau d'autonomie fonctionnelle a été évalué par le *Mayo-Portland Adaptability Inventory* (MPAI-4; Malec, 2003), avec l'adaptation de McKerral et al. (2017) pour la version francophone. Le questionnaire a été rempli par la personne qui a subi le TCC pour les neuf participants du CUSM. Pour les participants de la base de données antérieure, le questionnaire a été complété par le personnel soignant et les proches. La conversion des résultats en

scores T d'après les normes de Malec (2003) nous fournit un score selon la même échelle de mesure, peu importe la personne ayant complété le questionnaire. Le MPAI-4 comporte trois sous-échelles (Capacités, Adaptation, Participation) et un score global. Il s'agit d'une mesure fiable et valide ( $\alpha=0,89$ ) du devenir post TCC (Kean, Malec, Altman, & Swick, 2011; Malec et al., 2003).

**Mesures de réserve cognitive.** La première variable pertinente à l'exploration de la RC est le niveau de scolarité des participants. Nous avons également le niveau de fonctionnement cognitif global pré-accidentel estimé par le *Informant Questionnaire On Cognitive Decline in the Elderly* (IQCODE; Jorm & Korten, 1988), qui compare sur une échelle en 5 points (1= beaucoup mieux, 5=beaucoup moins bien) 26 capacités intellectuelles ou de mémoire actuelles et passées (10 ans), telles qu'évaluées par un proche. Plus le score total est bas, mieux est le fonctionnement cognitif prémorbide estimé. Le IQCODE a une consistance interne entre 0,93-0,97 et une fidélité test-retest de 0,75 sur un an (Jorm, 1996). Finalement, *l'Index de réserve cognitive* (CRIq; Nucci, Mapelli, & Mondini, 2012) regroupe trois domaines pertinents à l'estimation de la RC selon la définition de Stern (2009) : scolarisation, travail et activités de loisir. Les réponses sont obtenues à l'aide d'une entrevue semi-structurée. Le score total au CRIq permet de classer la RC en 5 niveaux (de faible à élevé, M=100). Ce dernier se veut un volet exploratoire quant à l'utilisation de ce questionnaire avec les personnes âgées ayant subi un TCC.

#### **4. Statistiques**

Les statistiques descriptives ont été utilisées pour les analyses des variables sociodémographiques et celles liées au TCC ainsi que pour les scores du nombre de séquences réussies pour les épreuves de MdT verbale et spatiale (ordre direct et inverse). Les statistiques descriptives ont également été réalisées sur les scores totaux et des échelles du MPAI-4 (Capacités, Adaptation et Participation) ainsi qu'avec les scores totaux du IQCODE et du CRIq. Toutes ces variables ont été présentées sous forme de moyennes et écarts-types pour les variables numériques

et sous forme de proportion pour les variables catégorielles. Les variables dépendantes étaient distribuées normalement et les variances entre les groupes étaient égales pour toutes les variables. À l'exception du troisième objectif, un seuil alpha critique de 0,05 a été appliqué.

Pour répondre au premier objectif, qui était de mesurer les différences de MdT et d'autonomie fonctionnelle entre les groupes TCC et contrôle âgés, une ANOVA mixte (plan factoriel 2X2) a d'abord été effectuée pour comparer les groupes (TCC et contrôle) et les conditions de rappel (ordre direct et inverse). Les groupes ont ensuite été comparés à l'aide de tests t pour les scores de l'échelle MPAI-4 (sous-échelles Capacités, Adaptation et Participation et score total).

Le second objectif était d'explorer les variables sociodémographiques (âge, sexe, occupation) et liées au TCC (mécanisme de l'accident, score ECG comme indice de sévérité, nombre jours post accident, CT scan positif vs négatif, lésion frontale, lésion temporale, lésion pariétale, lésion occipitale) susceptibles d'influencer les performances en MdT verbale et spatiale (ordre direct et inverse) chez le groupe de patients TCC en âge avancé. Des régressions multiples ont été calculées en considérant uniquement les variables associées de façon bivariée ( $p < 0,05$ ) avec les scores en MdT et mesurées préalablement par des corrélations de Pearson.

Le troisième objectif spécifique de cette étude était d'explorer la relation entre les scores en MdT et l'autonomie fonctionnelle mesurée par le MPAI-4 du groupe de patients TCC en âge avancé. Pour ce faire, des corrélations de Pearson ont été effectuées pour examiner la relation entre la performance aux tests de MdT verbale et spatiale (nombre de séquences réussies) et le score total et des sous-échelles du MPAI-4. Afin de contrôler pour des comparaisons multiples, une correction de Bonferroni pour comparaisons multiples a été appliquée ( $p < 0,01$ ).

Enfin, afin d'investiguer l'influence des variables associées à la RC, des régressions multiples ont été effectuées pour explorer l'effet du fonctionnement cognitif antérieur (IQCODE) et le niveau

de scolarisation sur les scores de MdT et d'autonomie fonctionnelle. Le score au CRIq n'a pas été considéré, car il a seulement été administré à 7 participants TCC.

## Résultats

### 1. Participants

Tel qu'illustré dans le tableau 1, le groupe expérimental est composé de 29 patients ayant subi un TCC léger, léger complexe ou modéré et comporte un nombre plus élevé de femmes que d'hommes (65,5%). Les participants de ce groupe sont âgés entre 55 et 86 ans ( $M = 69,48$ ,  $ÉT = 7,56$ ) et 62,1% d'entre eux ont obtenu un diplôme d'études universitaires. Un total de 62,1% d'entre eux sont à la retraite ou bénévoles. Le groupe contrôle est composé de 24 participants en bonne santé âgés de 64 à 83 ans ( $M = 72,75$ ,  $ÉT = 5,61$ ). Une plus grande proportion de femmes compose ce groupe (79,2%). La plupart des participants (70,8%) détiennent un niveau d'étude universitaire et sont actuellement à la retraite ou bénévoles (83,3%). Les deux groupes sont appariés pour l'âge ( $t(51) = 1,75$ ,  $p = 0,09$ ), le sexe ( $\chi^2(1, N = 53) = 1,21$ ,  $p = 0,27$ ) et le niveau de scolarité ( $t(51) = -0,74$ ,  $p = 0,46$ ). Le sexe n'est pas corrélé avec les mesures d'intérêt. Concernant le IQCODE, les proches de 11 participants contrôles et ceux de 24 participants du groupe TCC (ou leurs intervenants) ont complété le questionnaire. Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes pour le fonctionnement cognitif prémorbide tel qu'estimé par le IQCODE ( $t(33) = 0,91$ ,  $p = 0,37$ ). Il en va de même pour les scores aux indices du CRIq, qui a été administré à 7 participants TCC et 23 contrôles.

Tableau 1

*Données sociodémographiques et mesures de la réserve cognitive des participants*

Nombre de participants (%)		
Contrôles (n = 24)	TCC (n = 29)	Total (n = 53)

<u>Sexe</u>			
Homme	5 (20,8)	10 (34,5)	15 (28,3)
Femme	19 (79,2)	19 (65,5)	38 (71,7)
<u>Niveau de scolarité</u>			
Études universitaires	17 (70,8)	18 (62,1)	25 (66,0)
Diplômes d'études collégiales	3 (12,5)	1 (3,4)	4 (7,5)
Secondaire complété ou DEP	3 (12,5)	4 (13,8)	7 (13,2)
Secondaire non-complété	1 (4,2)	6 (20,7)	7 (13,2)
<u>Nb d'années d'éducation <i>M (ÉT)</i></u>	14,90 (2,89)	14,24 (3,45)	14,54 (3,20)
<u>Situation d'emploi</u>			
Emploi à temps plein	1 (4,2)	0 (0,0)	1 (1,9)
Emploi à temps partiel (<30h/semaine)	3 (12,5)	0 (0,0)	3 (5,7)
Arrêt de travail <sup>A</sup>	0 (0,0)	9 (31,0)	9 (17,0)
Recherche d'emploi	0 (0,0)	2 (6,9)	2 (3,8)
Retraite/Bénévolat	20 (83,3)	18 (62,1)	38 (71,7)
<u>IQCODE</u>	(n = 11)	(n = 24)	
Score total <i>M (ÉT)</i>	3,12 (0,21)	2,96 (0,55)	
<u>CRIq</u>	(n = 23)	(n = 7)	
Indice scolarité <i>M (ÉT)</i>	117,04 (24,17)	121,43 (5,22)	
Indice travail <i>M (ÉT)</i>	111,17 (18,82)	112,71 (34,87)	
Indice loisirs <i>M (ÉT)</i>	139,04 (22,71)	137,71 (19,15)	
Total <i>M (ÉT)</i>	132,61 (17,45)	131,71 (12,67)	

*Note.* DEP = Diplôme d'études professionnelles; *M* = Moyenne; *ÉT* = Écart-type; IQCODE = Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly; CRIq = Cognitive Reserve Index questionnaire. <sup>A</sup> Arrêt de travail suite au TCC.

Afin d'exclure la présence de trouble cognitif chez nos sujets contrôles, nous leur avons administré le MoCA, avec un seuil d'inclusion de 26/30 et plus. Deux participants ont obtenu un score inférieur à 26/30 (23 et 25), mais leurs résultats aux épreuves d'empan et aux questionnaires suggèrent que ce score n'est pas représentatif de leur fonctionnement cognitif et pourrait plutôt être attribuable à des facteurs externes (par ex., anxiété en début d'évaluation). Lorsqu'on compare les groupes de participants contrôles avec et sans ces deux participants, les scores des mesures principales ne diffèrent pas significativement entre les groupes, et leurs résultats aux mesures

principales ne représentent pas des scores extrêmes. Nous avons donc décidé de les inclure. Le score moyen du groupe contrôle au MoCA, incluant ces deux participants, est de 27,78 ( $ET = 1,83$ ). Les caractéristiques liées à l'accident des patients TCC sont détaillées dans le Tableau 2. Il est à noter que la sévérité du TCC documentée au dossier médical des participants a pu être basée sur d'autres éléments que le score à l'Échelle de Coma de Glasgow (ECG), tels que la présence de complications à retardement ou lésions à l'imagerie, ce qui explique la discordance entre la distribution des scores ECG et celle de la sévérité du TCC. Il sera d'ailleurs discuté ultérieurement de l'exactitude du score à l'ECG pour la population gériatrique. Par ailleurs, le fait qu'aucune personne avec un TCC sévère n'ait participé à l'étude peut être expliqué entre autres par leur incapacité à consentir ou à participer en raison des complications d'une telle blessure au sein de la population âgée. Ces implications seront abordées ultérieurement.

Tableau 2  
Données reliées au TCC (groupe expérimental) ( $n = 29$ )

Variable	Nombre de participants (%)
<u>Sévérité du TCC</u>	
Léger	18 (62,07)
Léger complexe	3 (10,34)
Modéré	8 (27,59)
Sévère	0 (0,00)
<u>Score ECG (M, ET)</u>	
15	14,14 (1,22)
14	18 (62,10)
13	2 (6,9)
12	4 (13,8)
	5 (17,2)
<u>Nombre de jours depuis l'accident (M, ET)</u>	167,76 (86,75)
<u>Mécanisme de l'accident</u>	
Chute	13 (44,8)
Accident automobile	9 (31,0)
Sport	3 (10,3)
Autre	2 (6,9)
Données manquantes	2 (6,9)

<u>CT-scan négatif</u>	4 (13,8)
<u>CT-scan positif</u>	25 (86,2)
Lésion frontale	15 (51,7)
Lésion temporale	16 (55,2)
Lésion pariétale	10 (34,5)
Lésion occipitale	11 (37,9)

*Note.* *M* = moyenne; *ET* = écart-type; ECG = échelle de coma de Glasgow.

## 2. Analyses des différences entre le groupe de patients TCC et le groupe contrôle

Les moyennes et écarts-types des scores obtenus en MdT verbale et spatiale ainsi que ceux au MPAI-4 sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3

*Moyennes et écart-types des scores d'empans de chiffres et spatial et des scores au MPAI-4*

	Contrôles ( <i>n</i> = 24)		TCC ( <i>n</i> = 29)	
	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>
<u>Empan de chiffres (MEM-III)</u>				
Ordre direct – séquences réussies	8,79	1,89	8,38	1,95
Ordre inverse – séquences réussies	6,5	2,04	5,51	2,15
<u>Mémoire spatiale (MEM-III)</u>				
Ordre direct – séquences réussies	7,17	1,99	7,21	1,66
Ordre inverse – séquences réussies	6,67	1,37	5,45	1,48
<u>MPAI-4 (scores T)</u>				
	( <i>n</i> = 24)		( <i>n</i> = 28)	
Sous-échelle Capacités	19,91	13,87	36,50	10,96
Sous-échelle Captation	25,83	11,99	36,29	14,09
Sous-échelle Participation	10,67	12,43	33,46	10,58
Score total	17,79	17,28	32,36	15,70

*Note.* *M* = moyenne; *ET* = écart-type; MEM-III = Échelle de Mémoire de Wechsler, 3<sup>e</sup> éd.; MPAI = Mayo-Portland Adaptability Inventory, 4<sup>e</sup> éd.

**Mémoire de travail.** L'ANOVA mixte comparant les groupes et les conditions de rappel pour l'empan de chiffres démontrent qu'il n'y a pas d'effet d'interaction significatif entre le groupe

et la condition de rappel ( $F(1,51) = 1,25, p = 0,27$ ). L'analyse des effets simples indique que l'effet du groupe n'est pas significatif ( $F(1,51) = 1,99, p = 0,16$ ). Cependant, l'effet de la condition de rappel sur la performance est significatif ( $F(1,51) = 102,00, p = 0,001, n^2_{\text{partiel}} = 0,67$ ). Ainsi, tel qu'illustré à la Figure 1, la condition ordre inverse est moins bien réussie par tous les participants, peu importe leur groupe, ( $M = 5,96, \acute{E}T = 2,14$ ) que la condition ordre direct ( $M = 8,87, \acute{E}T = 1,92$ ). Il s'agit d'un grand effet selon Cohen (1988).

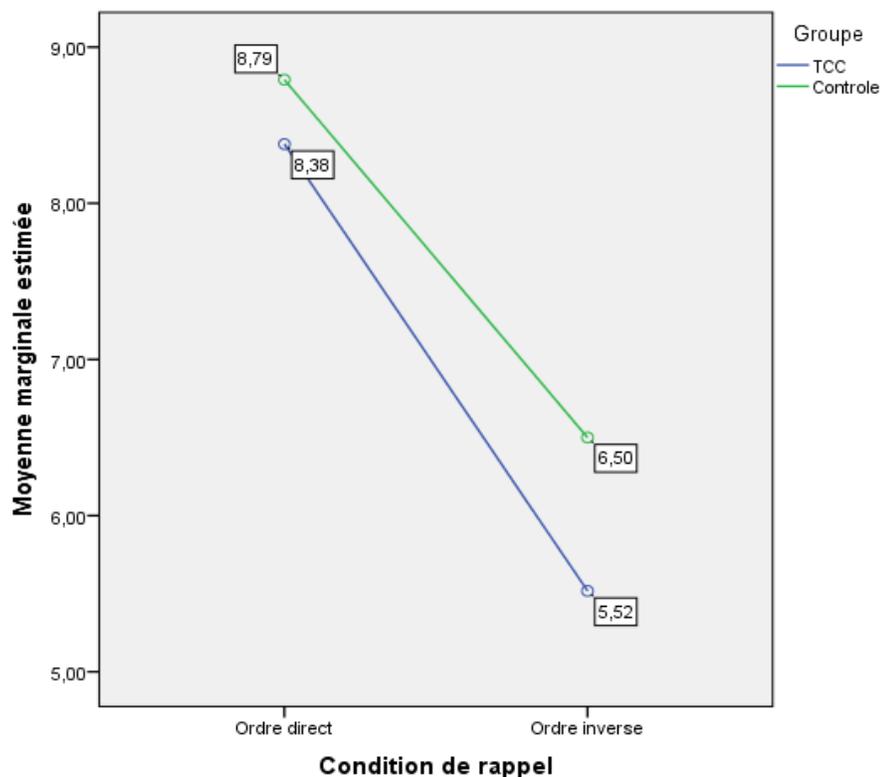


Figure 1. Moyenne de séquences réussies en mémoire de travail verbale selon la condition de rappel et le groupe.

Les résultats de l'ANOVA mixte qui compare les groupes et les conditions de rappel pour l'empan spatial montrent un effet d'interaction significatif entre le groupe et la condition de rappel ( $F(1,51) = 6,27, p = 0,02, n^2_{\text{partiel}} = 0,11$ ). Ainsi, tel qu'illustré à la Figure 2, cet effet indique que les groupes sont affectés de manière différente selon la condition. Plus spécifiquement, le groupe

de patients TCC âgés est davantage affecté par la condition en ordre inverse que le groupe contrôle. Les analyses d'effets simples ont permis de démontrer qu'aucune différence entre les groupes pour le nombre total de séquences réussies n'est obtenue ( $F(1,51) = 2,47, p = 0,12$ ). Par contre, on constate qu'il y a un effet de la condition de rappel dans les deux groupes ( $F(1,51) = 20,18, p = 0,001, \eta^2_{\text{partiel}} = 0,28$ ), à savoir que la condition ordre inverse est moins bien réussie pour tous les participants ( $M = 6,00, \acute{E}T = 1,54$ ) que l'ordre direct ( $M = 7,19, \acute{E}T = 1,80$ ).

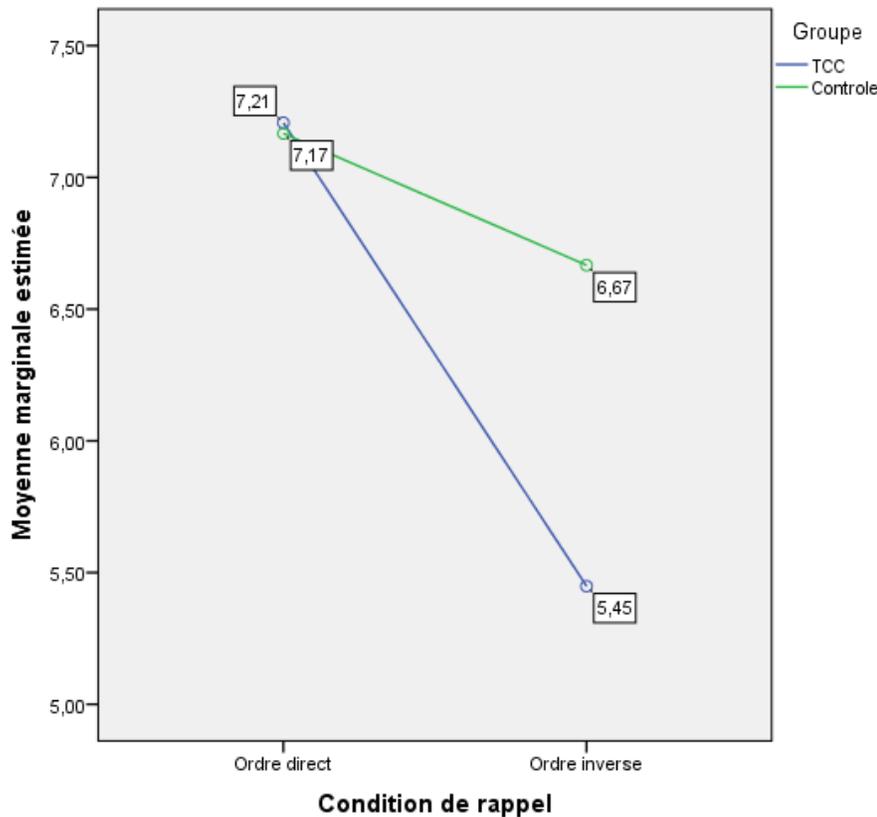


Figure 2. Moyenne de séquences réussies en mémoire de travail spatiale selon la condition de rappel et le groupe.

**Autonomie fonctionnelle.** Tel qu'attendu et qu'illustré dans le Tableau 3, les participants du groupe TCC obtiennent des scores plus élevés au MPAI-4 que ceux du groupe contrôle. Cela signifie qu'ils ont une moins bonne autonomie fonctionnelle aux sous-échelles de Capacités ( $t(50) = -4,81, p = 0,001, d = 1,33$ ), d'Adaptation ( $t(50) = -2,86, p = 0,01, d = 0,80$ ) et de Participation

( $t(50) = -7,15, p = 0,001, d = 1,97$ ). Il y a également une différence significative sur le score total ( $t(50) = -3,18, p = 0,01, d = 0,88$ ). Les effets sont grands pour tous les scores (Cohen, 1988).

### **3. Analyses de régression entre les variables sociodémographiques et liées à l'accident pour les participants TCC et la performance en mémoire de travail**

Afin de répondre au second objectif de l'étude qui était d'explorer les variables sociodémographiques et liées au TCC qui sont susceptibles d'influencer les performances en MdT verbale et spatiale (ordre direct et inverse) chez le groupe de patients TCC en âge avancé, des régressions multiples ont été calculées en incluant dans le modèle uniquement les variables associées de façon bivariée ( $p < 0,05$ ) avec les scores en MdT. Pour ce faire, des corrélations de Pearson ont été calculées pour les variables continues et un test  $t$  a permis de déterminer que la performance en MdT était différente entre les participants présentant une lésion pariétale par opposition à ceux n'en ayant pas (voir Annexe 2). Conséquemment, le modèle final comprend seulement ces variables, soit l'âge, le nombre de jours écoulés depuis le TCC (délai d'évaluation) et la présence d'une lésion pariétale. Les coefficients de régression ainsi que les erreurs standards se trouvent dans le Tableau 4.

Le modèle total est significatif pour prédire le nombre de séquences de chiffres réussies en ordre direct ( $F(3, 25) = 5,15, p = 0,01, R^2 = 0,38$ ), mais seulement le nombre de jours écoulés depuis le TCC est un prédicteur significatif. Ainsi, les participants qui sont testés suite à un délai plus long suivant leur TCC obtiennent de meilleurs résultats. Le modèle total est aussi significatif pour prédire le nombre de séquences de chiffres réussies en ordre inverse ( $F(3, 25) = 3,27, p = 0,04, R^2 = 0,28$ ) mais aucune variable dans le modèle n'atteint un seuil significatif, ce qui explique le score limite de significativité de ce modèle, qui doit être interprété très prudemment.

Par ailleurs, le modèle total est significatif pour prédire le nombre de séquences réussies en ordre direct en mémoire spatiale ( $F(3, 25) = 3,01, p = 0,05, R^2 = 0,27$ ). En présence d'une lésion pariétale (passant de 0 = négative à 1 = positive), la performance diminue. Le modèle total n'est pas significatif pour prédire le nombre de séquences réussies en ordre inverse en mémoire spatiale ( $F(3, 25) = 2,26, p = 0,11, R^2 = 0,21$ ), mais la présence d'une lésion pariétale représente une variable prédictive significative. Avec une lésion pariétale, la performance en mémoire spatiale en ordre inverse diminue.

Tableau 4  
*Résultats du modèle de régression multiple pour prédire les scores de mémoire de travail*

<b>Variabiles</b>	<b>B</b>	<b>Erreur standard</b>	<b>Bêta</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<u>Séquence de chiffres – ordre direct</u>					
Âge	-0,5	0,04	-0,19	-1,17	0,26
Nb de jours depuis le TCC	0,01	0,00	0,45	2,84	0,01**
CT-scan pariétal positif	-1,01	0,67	-0,25	-1,52	0,14
<u>Séquence de chiffres – ordre indirect</u>					
Âge	-0,09	0,05	-0,30	-1,69	0,10
Nb de jours depuis le TCC	0,01	0,00	0,21	1,25	0,23
CT-scan pariétal positif	-1,20	0,79	-0,27	-1,52	0,14
<u>Mémoire spatiale – ordre direct</u>					
Âge	-0,2	0,04	-0,10	-0,55	0,59
Nb de jours depuis le TCC	0,00	0,00	0,11	0,62	0,54
CT-scan pariétal positif	-1,54	0,62	-0,45	-2,51	0,02*
<u>Mémoire spatiale – ordre inverse</u>					
Âge	0,02	0,04	0,09	0,48	0,64
Nb de jours depuis le TCC	0,00	0,00	0,17	0,95	0,35
CT-scan pariétal positif	-1,29	0,57	-0,42	-2,27	0,03*

Note. \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ .

#### 4. Relations entre la mémoire de travail et l'autonomie fonctionnelle des participants TCC

Des corrélations de Pearson ont été effectuées pour examiner la relation entre la performance aux tests de MdT et les indices d'autonomie fonctionnelle des participants du groupe expérimental (objectif 3). Une correction de Bonferroni pour comparaisons multiples a été appliquée ( $p < 0,01$ ). Le Tableau 5 montre qu'aucune relation significative n'a été trouvée entre ces variables.

Tableau 5  
*Corrélations de Pearson (r) entre les variables de MdT et d'autonomie fonctionnelle*

	MPAI – Capacités	MPAI - Adaptation	MPAI - Participation	MPAI - Total
EC – direct	0,06	0,19	-0,02	0,18
EC – inverse	-0,07	0,16	0,06	0,17
MS – direct	0,09	0,20	-0,02	0,18
MS – inverse	0,25	0,16	0,10	0,28

*Note.*  $N = 28$ ; EC = empan de chiffres (nombre de séquences réussies); MS = mémoire spatiale (nombre de séquences réussies); MPAI = Mayo-Portland Adaptability Inventory 4. \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ .

#### 5. Relations entre les variables liées à la réserve cognitive (IQCODE et scolarisation) et la mémoire de travail verbale et spatiale chez les participants TCC

En ce qui concerne l'objectif 4, le modèle de régression multiple est significatif pour ce qui est du nombre de séquences réussies en MdT verbale  $F(2,21) = 7,28$ ,  $p = 0,001$ ,  $R^2 = 0,41$ . Les coefficients de régression ainsi que les erreurs standards se trouvent dans le Tableau 6. Les résultats indiquent que les deux variables sont des prédicteurs significatifs du nombre de séquences réussies; ainsi, un plus grand niveau d'éducation et un score moins élevé au IQCODE, indiquant un meilleur fonctionnement cognitif prémorbide, sont associés à une meilleure performance en MdT verbale (ordre direct). La même procédure a été appliquée pour tester si le modèle permet de prédire les

autres scores de MdT. Il s'avère qu'il n'est pas significatif pour ce qui est du nombre de séquences de chiffres réussies en ordre inverse  $F(2,21) = 3,14, p = 0,06, R^2 = 0,23$  et que seul le niveau d'éducation est un prédicteur significatif de la performance. Concernant la MdT spatiale, le modèle global est significatif pour ce qui est des séquences réussies en ordre direct  $F(2,21) = 6,00, p = 0,01, R^2 = 0,36$ . Toutefois, seulement le niveau d'éducation est un prédicteur significatif de la performance. Finalement, ni le modèle  $F(2,21) = 1,34, p = 0,28, R^2 = 0,11$  ni les prédicteurs pris séparément ne sont associés à la performance en MdT spatiale pour les séquences en ordre inverse.

Tableau 6

*Résultats du modèle de régression multiple (variables associées à la réserve cognitive) pour prédire les scores de mémoire de travail.*

<b>Variab</b> les	<b>B</b>	<b>Erreur</b> <b>standard</b>	<b>Bêta</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<u>Séquence de chiffres – ordre direct</u>					
Niveau d'éducation	0,28	0,10	0,49	2,87	0,01**
IQCODE	-1,28	0,61	-0,36	-2,12	0,05*
<u>Séquence de chiffres – ordre indirect</u>					
Niveau d'éducation	0,29	0,12	0,46	2,41	0,03**
IQCODE	-0,29	0,76	-0,74	-0,38	0,71
<u>Mémoire spatiale – ordre direct</u>					
Niveau d'éducation	0,25	0,08	0,51	2,93	0,01**
IQCODE	-0,77	0,53	-0,26	-1,45	0,16
<u>Mémoire spatiale – ordre inverse</u>					
Niveau d'éducation	0,15	0,09	0,34	1,64	0,12
IQCODE	0,08	0,56	0,03	0,15	0,88

Notes. \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ . IQCODE = Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly.

## **6. Relations entre les variables liées à la réserve cognitive (IQCODE et scolarisation) et l'autonomie fonctionnelle chez les participants TCC**

Pour terminer avec l'objectif 4, le même modèle a été utilisé pour tester la relation entre les variables associées à la réserve cognitive et le niveau d'autonomie fonctionnelle (scores au MPAI-4). Il s'avère significatif pour le score total  $F(2,21) = 5,33, p = 0,01, R^2 = 0,34$  comme pour

les sous-échelles Capacités  $F(2,21) = 3,57, p = 0,05, R^2 = 0,25$ , Adaptation  $F(2,21) = 3,36, p = 0,05, R^2 = 0,24$ , et Participation  $F(2,21) = 4,73, p = 0,05, R^2 = 0,31$ . Les coefficients de régression ainsi que les erreurs standards se trouvent dans le Tableau 7. Ceux-ci indiquent que seul le IQCODE est significativement associé aux scores d'autonomie fonctionnelle. Un meilleur fonctionnement cognitif prémorbide (déclin moins important), exprimé par un score au IQCODE plus petit, est associé à une meilleure autonomie fonctionnelle après un TCC, représentée par un plus faible score au MPAI-4.

Tableau 7  
*Résultats du modèle de régression multiple (variables associées à la réserve cognitive) pour prédire les scores d'autonomie fonctionnelle.*

<b>Variabiles</b>	<b>B</b>	<b>Erreur standard</b>	<b>Bêta</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<u>MPAI – Capacités</u>					
Niveau d'éducation	1,10	0,61	0,35	1,82	0,08
IQCODE	8,34	3,82	0,42	2,18	0,04*
<u>MPAI – Adaptation</u>					
Niveau d'éducation	1,20	0,78	0,29	1,53	0,14
IQCODE	11,24	4,95	0,44	2,27	0,03*
<u>MPAI – Participation</u>					
Niveau d'éducation	0,66	0,56	0,21	1,17	0,26
IQCODE	10,53	3,54	0,54	2,97	0,01**
<u>MPAI – Score total</u>					
Niveau d'éducation	1,64	0,82	0,36	2,01	0,06
IQCODE	14,51	5,16	0,50	2,81	0,01**

*Notes.* IQCODE = Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly; MPAI = Mayo-Portland Adaptability Inventory. \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ .

## Discussion

Cette étude visait à mieux documenter l'effet d'un TCC en âge avancé sur la mémoire de travail, l'autonomie fonctionnelle et la relation entre les deux, puisque peu de données sont disponibles actuellement dans la littérature à ce sujet. Il en ressort que la MdT est affectée

différemment selon la modalité et la difficulté de la tâche utilisée. Seule la condition de rappel en ordre inverse du test de mémoire spatiale apparaît comme étant affectée négativement par l'effet du TCC. En revanche, aucun score de MdT n'est associé aux scores d'autonomie fonctionnelle. Puis, nous avons exploré l'influence de certaines variables sociodémographiques, notamment la RC, et liées au TCC qui pourraient être des facteurs de bon ou de mauvais pronostic sur les scores de MdT et d'autonomie fonctionnelle afin de comprendre les différences interindividuelles observées au sein de cette population. Il s'est avéré que le délai de récupération post TCC et la présence d'une lésion pariétale soient plus utiles à prédire les scores aux épreuves de MdT, par opposition à l'âge et à la sévérité du TCC. Le niveau d'éducation et de fonctionnement cognitif prémorbide estimé sont aussi associés aux scores de MdT, sauf pour la modalité spatiale en ordre inverse. Quant à l'autonomie fonctionnelle, il semble que seul le niveau de fonctionnement cognitif prémorbide soit un bon prédicteur. Malgré certaines limites qui seront discutées ultérieurement, il est tout de même possible de dégager certaines tendances et d'explorer les implications de ces résultats.

### **1. Caractéristiques sociodémographiques et liées à l'accident de l'échantillon**

La majorité (71,7%) des participants de cette étude était des femmes, mais les mesures principales n'étaient pas corrélées avec le sexe. Cette proportion de femmes peut refléter, dans une certaine mesure, le phénomène de féminisation de la vieillesse, qui rend compte de la hausse de la proportion de femmes qui augmente avec l'avancement de l'âge (Gouvernement du Québec, 2018). Nos deux groupes étaient appariés pour le sexe, l'âge et le niveau de scolarité. Il est toutefois à noter que le niveau d'éducation des deux groupes, bien que comparable, était assez élevé, les deux tiers des participants détenant un diplôme d'études universitaires.

Tel qu'observé dans la littérature (de Guise et al., 2015), la principale cause de TCC était

la chute (44,8%). Ceci souligne l'importance et la pertinence d'intervenir en prévention des chutes chez les aînés, car il s'agit en effet d'une des principales sources d'incapacité et de perte d'autonomie selon l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ; Gagné, Blanchet, Jean, & Hamel, 2018). Notamment, le renforcement musculaire, l'amélioration de la vision, une saine gestion de la médication (Gagnon & Lafrance, 2011) et des interventions sur l'anxiété (Payette, Bélanger, Léveillé, & Grenier, 2016) ont été identifiés comme des facteurs importants de prévention des chutes. Ensuite, la deuxième cause de TCC dans notre échantillon est l'accident de la route (31%). Même si la proportion de ces personnes ayant subi un TCC alors qu'elles étaient conductrices n'est pas spécifiée, il n'en demeure pas moins que cela soulève des questionnements quant à l'évaluation des capacités de conduite automobile chez la personne âgée. Un examen médical et de la vue est maintenant exigé par la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) à partir de 75 ans, mais il est aussi pertinent pour les professionnels concernés et les proches des personnes âgées d'être vigilants aux indices de baisse de facultés sensorielles (vision) ou cognitives (temps de réaction, attention, estimation des distances, etc.) même avant l'âge de 75 ans, tel que recommandé par la SAAQ (2017).

De tous les mécanismes de blessure, il en a résulté surtout des TCC légers. Il n'en demeure pas moins que vingt-cinq patients (86,2%) ont eu au moins une lésion observée à l'imagerie (CT-scan positif). Il est possible que nous observions cette tendance en raison de l'interaction entre la prise d'anticoagulants chez la personne âgée, qui entraîne plus de saignements intracrâniens, ce qui augmente le risque de complications (Scotti et al., 2019). Par ailleurs, il peut aussi s'agir d'un biais d'échantillonnage inhérent à notre contexte de recrutement (hospitalisation). Néanmoins, cela peut aussi aller dans le sens des conclusions de Goldstein et Levin (2001) qui suggèrent que l'exactitude du score à l'ECG pourrait ne pas être la meilleure représentation ni le meilleur

déterminant de l'état de la personne âgée. D'ailleurs, une équipe de chercheurs en Ohio a proposé une modification des critères de l'ECG pour la rendre plus sensible à détecter les complications chez les aînés, en utilisant un score de 14 pour justifier un transfert en centre de traumatologie (Caterino, Raubenolt, & Cudnik, 2011).

## **2. Impacts du TCC en âge avancé sur les performances en mémoire de travail et sur le niveau d'autonomie fonctionnelle**

À la lumière de nos résultats, notre première hypothèse est partiellement confirmée puisque nous avons prévu que les patients avec un TCC auraient de moins bons résultats en MdT verbale et spatiale que les contrôles puisque certaines des zones cérébrales vulnérables lors d'un TCC sont aussi celles qui sous-tendent la MdT (Chen et al., 2012; Stuss, 2011). Les résultats de la littérature ne font toutefois pas consensus quant à l'effet d'un TCC sur la MdT, et encore moins en âge avancé. Cependant, malgré l'absence de différence de groupes, nos résultats peuvent être mis en relation avec des études précédentes effectuées auprès d'adultes qui mentionnent que la performance en MdT est affectée négativement par la charge à traiter (Perlstein et al., 2004). Nous avons observé cette tendance dans les deux groupes. Dans les deux modalités, il s'est avéré que la condition de rappel en ordre inverse, donc davantage dépendante de la composante dynamique de la MdT, a été moins bien réussie par tous les participants que la condition en ordre direct. Cela nous indique donc que la charge mentale requise pour manipuler l'information est supérieure à celle requise pour la retenir à court terme et ce, aussi chez une population de personnes vieillissantes. Ensuite, nous avons pu observer dans la tâche d'empan spatial un effet d'interaction entre la charge à traiter (condition de rappel) et le groupe de participants TCC. Ceux-ci étaient plus affectés par la condition inverse que leurs pairs du groupe contrôle et obtenaient une performance significativement inférieure à la leur. Brockmole et Logie (2013) ont trouvé, dans leur étude, que la MdT spatiale décline plus rapidement que la MdT verbale. Si elle se trouve déjà plus vulnérable

en raison des effets de l'âge, cela pourrait expliquer qu'elle serait possiblement davantage affectée par le dommage associé au TCC, tel un effet cumulatif.

De plus, à l'instar d'autres études (Aharon-Peretz et al., 1997; Richards, 2001) mais contrairement à nos hypothèses, nous avons trouvé que l'empan de chiffres n'était pas affecté significativement par le TCC en âge avancé. Les deux groupes rappelaient un nombre similaire de séquences en ordre direct, comme en ordre inverse. Le déclin de performance entre les conditions directe et inverse est comparable dans les deux groupes. Dunning et al. (2016) avaient pourtant conclu que l'avancement de l'âge suite à un TCC prédisait le niveau de déficit de MdT. Il faut toutefois prendre en compte que le résultat de cette méta-analyse a considéré des études faites avec des enfants et des adultes ayant subi un TCC modéré à sévère, le phénomène étant peut-être différent en âge avancé et avec une clientèle atteinte moins sévèrement.

En ce sens, il est possible que nous n'ayons pas été en mesure de détecter certains effets du TCC en raison de la composition de notre échantillon, à savoir que la plupart des patients avaient un diagnostic de TCC léger, ou modéré dans quelques cas. Ainsi, les performances observées pourraient ne pas différer significativement de celles du groupe contrôle puisque le niveau d'atteinte n'est pas suffisamment important. Il est bien connu que les impacts neuropsychologiques d'un TCC léger tels que nous les mesurons sont non-spécifiques et subissent des influences multifactorielles (condition prémorbide, blessures concomitantes, facteurs sociodémographiques, etc.). Ainsi, nos outils ne sont pas toujours assez sensibles pour détecter des modifications de performance cognitive subtiles (Dikmen, Machamer, & Temkin, 2010). En outre, la petite taille de notre échantillon peut limiter la puissance statistique et empêcher de repérer des effets petits ou modérés.

D'autre part, certaines études se sont aussi intéressées aux processus sous-jacents à la

performance visible en MdT (Chen et al., 2012; Perlstein et al., 2004). Par exemple, il serait intéressant de savoir si, pour une même performance observée aux tâches d'empan, les participants avec un TCC ont des activations cérébrales similaires aux sujets sains, ou s'ils utilisent certains mécanismes de compensation, comme dans l'étude de Steffener et ses collaborateurs (2009), pour maintenir un niveau de performance similaire aux sujets sans TCC. Ainsi, il se pourrait que des différences physiologiques existent malgré une absence de différence significative aux épreuves formelles. Par ailleurs, bien qu'une différence de groupe ait été montrée pour la MdT spatiale, la performance des participants du groupe TCC demeure dans les limites de la normale et, bien que plus faible, ne se situe pas au niveau du déficit (i.e., 2 écarts-types sous la moyenne).

Le deuxième volet du premier objectif était de comparer les niveaux fonctionnels des deux groupes. Tel qu'attendu, le groupe TCC a obtenu des scores plus élevés au MPAI-4 que le groupe contrôle, ce qui témoigne de plus de difficultés fonctionnelles dans les trois sphères étudiées (Capacités, Adaptation et Participation). D'après nos résultats, le MPAI-4 constitue un outil utile pour distinguer les profils d'autonomie fonctionnelle de personnes âgées avec un TCC de celles n'en ayant pas. Néanmoins, bien que supérieurs, les scores obtenus par le groupe TCC représentent un niveau de limitation léger par rapport à d'autres patients avec un TCC selon les normes de Malec (2003). Effectivement, à cinq mois et demi post TCC, en dépit d'un moins bon score d'autonomie fonctionnelle, ces participants étaient en mesure de prendre part à l'étude et plusieurs d'entre eux étaient de retour à domicile et avaient repris certaines activités, indiquant que leur fonctionnement n'était pas complètement détérioré. Il est encourageant et pertinent de souligner que des améliorations fonctionnelles sont possibles, même si plusieurs études mentionnent la fatalité du TCC chez la personne âgée (Leblanc et al., 2006; Tardif et al., 2017). Comme l'ont relevé certaines études (notamment, Gardner et al., 2018), ces personnes peuvent présenter un bon

pronostic de récupération et ont le potentiel de réaliser des gains significatifs, notamment grâce à la réadaptation. Des travaux comme ceux de Fournier-St-Amand (2019), qui s'est intéressée aux caractéristiques des aînés en réadaptation suite à un TCC, permettront de bien définir les besoins et les modalités. Notamment, elle observe que les personnes âgées de 65 ans et plus admises en réadaptation ont un TCC de moindre sévérité que les jeunes, mais que leur durée de séjour est comparable. Les aînés présentent toutefois plus d'antécédents neurologiques et ont besoin d'avantage d'aide pour leurs activités de la vie quotidienne, ce qui pourrait déjà orienter le type d'intervention à préconiser.

### **3. Variables influençant la performance en mémoire de travail après un TCC**

Le second objectif de nature exploratoire était d'identifier les variables sociodémographiques et liées au TCC susceptibles d'influencer les performances en MdT. Nos hypothèses ont été partiellement confirmées puisque ce ne sont pas toutes nos variables qui se sont avérées de bons prédicteurs de la performance en MdT. Il est intéressant de constater que la sévérité du TCC n'était pas associée de façon significative à la performance, alors qu'il s'agit d'un prédicteur du niveau d'atteinte dans certaines études (Hanten, Stallings-Roberson, Song, Bradshaw, & Levin, 2003; Perlstein et al., 2004). Il est possible que le manque de variabilité des niveaux de sévérité de TCC (score ECG entre 12 et 15) de notre échantillon affecte les résultats, mais il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'un autre élément venant nuancer l'exactitude ou la valeur du score à l'ECG chez la personne âgée. De plus, il s'avère que l'âge ne représente pas non plus le meilleur prédicteur des performances en MdT, contrairement à ce que Dunning et al. (2016) avaient trouvé en ce qui concerne l'impact négatif de l'avancement de l'âge sur la performance en MdT après un TCC. Il se peut que nous ne trouvions pas d'effet de l'âge en raison d'une variabilité moindre de la performance interindividuelle au-delà d'un certain âge, ou au sein de notre échantillon. Il est aussi possible qu'à partir d'un certain âge, d'autres variables comme le niveau d'éducation ou le fonctionnement cognitif

général soient plus déterminants dans la prédiction des scores de MdT, tel qu'il sera discuté ultérieurement. D'après nos résultats, d'autres facteurs, tels que le délai de récupération (jours écoulés depuis le TCC) ou les lésions cérébrales, semblent influencer la performance aux épreuves de MdT, au-delà de l'âge et de la sévérité du TCC.

Premièrement, nous avons observé qu'un plus grand nombre de jours écoulés depuis le TCC est associé à de meilleures performances à l'empan de chiffre en ordre direct. Cela est cohérent avec les trajectoires de récupération connues lors d'un TCC léger, à savoir que les difficultés cognitives se résorbent généralement dans les trois mois suivant le TCC (Rohling et al., 2011). Frencham, Fox et Maybery (2005) ont aussi trouvé que le temps écoulé depuis le TCC agissait comme modérateur de la performance cognitive et que celle-ci tend à se normaliser avec le temps. Nos résultats nous laissent croire que l'attention auditive est associée positivement au délai de récupération et ce, même chez la personne âgée. Il est possible que cette fonction soit moins sensible aux effets d'un TCC ou ne soit pas suffisamment exigeante sur le plan cognitif pour pouvoir déceler des déficits subtils, contrairement à d'autres tâches de MdT (Cicerone, 1997).

Dans un deuxième temps, nous avons aussi pu mettre en lumière la relation entre le fait d'avoir une lésion pariétale et la baisse de performance en MdT spatiale. Ces résultats suggèrent que les régions pariétales pourraient avoir un rôle à jouer dans les processus de MdT, particulièrement en modalité visuelle. Il se peut que l'effet soit moindre en modalité verbale, ou que nous ne soyons pas en mesure de le détecter avec notre échantillon. Plusieurs études soulignent l'importance de la région pariétale et du circuit fronto-pariétal pour les tâches de MdT (Eriksson et al., 2015; Froudish-Walsh et al., 2018; Yeates et al., 2017). Le cortex pariétal supérieur serait associé aux aspects exécutifs de la MdT et à l'attention sélective. Comme au sein du cortex préfrontal, il y aurait une latéralisation du cortex pariétal pour les différentes modalités de la MdT. Une lésion pariétale droite, particulièrement

dans la portion dorsale, affecterait la MdT spatiale, comparativement aux lésions à gauche, qui affecteraient davantage la MdT verbale (Eriksson et al., 2015). Il serait pertinent d'aller plus loin dans l'exploration du rôle du cortex pariétal pour isoler des zones particulières et faire le lien avec les réseaux neuronaux connus (par ex., voies dorsale et ventrale du traitement visuel). Enfin, contrairement à ce que nous avons prévu, le fait d'avoir une lésion au niveau frontal n'était pas associé de quelconque façon à la performance en MdT. Cela contribue en partie à appuyer l'importance que pourrait avoir les régions pariétales pour les tâches de MdT, ou pourrait suggérer que les lésions frontales étaient de moindre importance chez nos participants.

#### **4. Relations entre les scores en mémoire de travail et l'autonomie fonctionnelle**

Contrairement à ce que nous avons prédit, aucune relation significative n'a été trouvée entre les scores en MdT et d'autonomie fonctionnelle. Il est possible que ce soit dû au fait que les scores de MdT n'étaient pas déficitaires. De la même façon, les scores au MPAI-4, bien que différents de ceux du groupe contrôle, n'étaient pas non plus déficitaires réduisant ainsi la variabilité. Un TCC plus sévère ou un niveau fonctionnel plus bas pourraient peut-être générer des résultats différents, à l'instar de Wood et Rutterford (2006), qui ont trouvé que des déficits en MdT prédisent le statut d'emploi, d'intégration communautaire et le niveau de dépression chez les adultes 10 ans post TCC, mais dans le cas de TCC plus sévères. Enfin, il faut dire qu'il serait aussi réducteur de limiter l'autonomie fonctionnelle à un seul processus cognitif.

#### **5. Influence des variables associées à la réserve cognitive**

Le dernier objectif spécifique de cette étude consistait à investiguer l'influence de certaines variables associées à la RC sur les performances de MdT et sur le niveau fonctionnel chez les sujets ayant subi un TCC. Notre hypothèse qui était que le niveau cognitif prémorbide et le niveau d'éducation pourraient expliquer des différences de performance cognitive en agissant comme

facteurs de vulnérabilité ou de protection suite à un TCC (Donders & Stout, 2018; Mathias & Wheaton, 2015; Steward et al., 2018) a été partiellement confirmée. Deux tendances relativement distinctes se dégagent de nos résultats, l'une pour le MdT et l'autre pour l'autonomie fonctionnelle.

Pour ce qui est de la MdT verbale, le nombre d'années d'éducation était positivement associé au nombre de séquences réussies en ordre direct comme inverse. Le score au IQCODE était utile pour prédire le nombre de séquences réussies en ordre direct. Quant à la MdT spatiale, le nombre d'années d'éducation ne prédisait que le nombre de séquences réussies en ordre direct. Ni le niveau d'éducation ni le fonctionnement cognitif prémorbide n'étaient associés à la performance en MdT spatiale en ordre inverse. Rappelons qu'il s'agit du score affecté par l'effet d'interaction du TCC (groupe) et de la condition de rappel inverse (objectif 1). Ces résultats permettent de confirmer ce qui est connu dans la littérature à propos du rôle protecteur du niveau d'éducation suite à un TCC (Bigler & Stern, 2015) et de l'appliquer aux personnes âgées, qui subissent potentiellement des changements cérébraux normaux en vieillissant (par ex., atrophie des régions préfrontales, Raz et al., 2005) concurrents au TCC, les rendant encore plus vulnérables. Également, il semble que cet effet puisse avoir une certaine limite, comme il est observé dans le cas de la MdT spatiale (ordre inverse), qui n'est prédite ni par le fonctionnement cognitif antérieur, ni le niveau d'éducation. Cela pourrait être un indicateur du fait qu'il s'agit d'une fonction cognitive plus vulnérable, tel que discuté précédemment, et qu'au-delà d'un certain point, elle soit moins protégée par nos variables liées à la RC. Bien que l'on commence à s'intéresser à l'effet de la RC en contexte de TCC au sein de la population adulte, l'étude des facteurs associés à la RC chez les personnes âgées ayant subi un TCC est importante et pourrait fournir de nouvelles pistes de réponse. En effet, en raison de leur double vulnérabilité au dommage cérébral, il pourrait être plus aisé de voir se déclencher des processus compensatoires après un TCC. En d'autres termes,

l'atteinte que représente un TCC chez l'adulte pourrait ne pas être suffisante pour mettre en évidence des processus de réorganisation ou de compensation neuronale (réussis ou non) associés à la RC.

Par ailleurs, nous avons exploré la relation de ces mêmes facteurs avec les scores au MPAI-4. Pour les trois sous-échelles et le score total, seul le score au IQCODE était un bon prédicteur des scores d'autonomie fonctionnelle. Ainsi, un fonctionnement cognitif prémorbide plus élevé était associé à un meilleur niveau d'autonomie fonctionnelle chez les patients ayant subi un TCC. Cela vient confirmer ce qui est déjà connu à ce sujet chez l'adulte, à savoir que le niveau cognitif pré-accidentel est garant d'un meilleur rétablissement (Sigurdardottir et al., 2009) et nous permet de croire qu'il en est de même pour la personne âgée. Notons par ailleurs qu'un moins bon niveau fonctionnel et médical prémorbide est associé au risque de subir un TCC chez la personne âgée (Dams-O'Connor, Gibbons, Landau, Larson, & Crane, 2016). Les mécanismes par lesquels cela s'opère demeurent à expliquer, mais un meilleur fonctionnement cognitif, estimé dans ce cas-ci par le score au IQCODE, pourrait être un indicateur d'une bonne RC et protéger contre le déclin cognitif associé au vieillissement pathologique. Cela serait donc dire que via la préservation de bonnes capacités cognitives, la RC pourrait être un facteur de protection lors d'un TCC, de moindre sévérité du moins, en âge avancé. Il pourrait également s'agir d'un prédicteur important du devenir fonctionnel (Donders & Stout, 2018). Enfin, soulignons que le score au IQCODE et le niveau d'éducation n'étaient pas corrélés dans notre échantillon. Cela pourrait indiquer que la RC pourrait avoir un effet sur la cognition, mais aussi sur l'autonomie fonctionnelle, via différents processus. Il n'en demeure pas moins que de ne pas avoir un réel outil de mesure de la RC, tel que le CRIq que nous voulions utiliser mais qui n'a pas été administré à assez de participants, représente une limite dans l'exploration de la RC.

## 6. Limites de l'étude

Bien que nous ayons réussi à dégager certaines tendances, plusieurs limites inhérentes à cette étude restreignent en partie les conclusions qu'il est possible d'en tirer à ce jour. D'abord, la petite taille de l'échantillon nous a seulement permis de détecter de grands effets, limitant la puissance statistique et nous privant peut-être d'observer d'autres effets plus modestes. Cependant, nous arrivons quand même à trouver de grands effets, ce qui indique qu'il y a bel et bien des résultats intéressants et significatifs, même avec moins de sujets.

La taille de l'échantillon est inhérente au biais d'échantillonnage du groupe expérimental. Tel que mentionné, le TCC chez la personne âgée est un phénomène distinct et complexe. Le recrutement de participants s'est avéré ardu en raison des critères d'inclusion, des complications du TCC au sein de cette population et de la nature de l'étude. Ainsi, la plupart des participants admis dans l'étude ont eu un TCC considéré comme léger; il se pourrait que cela ne permette pas d'observer une grande variabilité dans leurs scores cognitifs. Toutefois, comme l'exactitude du score à l'ECG pour déterminer la sévérité du TCC chez la personne âgée est parfois moindre que pour les adultes, il faut demeurer prudent quant à la classification du TCC en catégories auprès de cette population. De plus, les cas les moins sévères qui n'ont pas nécessité d'hospitalisation ne font pas non plus partie du groupe expérimental. D'autre part, les participants qui ont accepté de participer à l'étude sont ceux qui en étaient capables au moment où nous les contactions, c'est-à-dire qu'ils étaient pour la plupart de retour à domicile et se sentaient en mesure d'être évalués. Ceux ayant subi un TCC plus sévère étant décédés ou placés en centre de soins de longue durée ne sont pas inclus dans cette étude. Ce biais d'échantillonnage peut limiter la variabilité et la généralisation des résultats observés. Qui plus est, dans le cadre de la présente étude, nous avons choisi d'exclure les personnes avec des antécédents de troubles neurologique, psychiatrique ou d'abus de substance afin d'isoler le plus possible les effets du TCC. Évidemment, cela n'est pas

complètement représentatif de la population âgée et ces facteurs pourraient interagir tant avec les effets cognitifs que fonctionnels d'un TCC en compliquant le tableau clinique. Concernant le groupe contrôle, la plupart des participants inclus étaient assez éduqués, avec un intérêt pour la recherche, ce qui représente un biais d'échantillonnage susceptible d'affecter la variabilité et la généralisation des résultats. Notons cependant qu'il n'y avait pas de différence significative entre le niveau d'éducation des deux groupes, ce qui nous a permis de comparer leurs résultats.

Quant aux outils de mesure utilisés, ils comportent leur lot d'inconvénients. En effet, les tâches d'empan ne sont pas les plus sensibles pour évaluer la MdT (Cicerone, 1997). Néanmoins, nous avons choisi d'utiliser le nombre de séquences réussies pour obtenir davantage de variabilité dans les scores. En outre, ce sont des mesures faciles à administrer et à utiliser en milieu clinique. Il en va de même pour les mesures de RC choisies, mais il aurait été optimal d'avoir pu administrer un nouvel outil multidimensionnel comme le CRIq à davantage de participants afin d'en évaluer l'utilité auprès de la population TCC âgée. Finalement, la classification des lésions observées au CT-scan a été simplifiée pour procéder à des analyses exploratoires et brosser un portrait du groupe TCC. Le type ou la latéralisation de la lésion n'a pas été considéré dans cette étude, mais serait tout aussi pertinente à étudier. Notamment, des techniques plus sensibles, telle que l'imagerie par résonance magnétique, auraient été intéressantes à utiliser pour voir si des microlésions vasculaires étaient présentes (Lee & Newberg, 2005). Il est toutefois plus complexe de procéder à ce type d'examen en contexte clinique. Les résultats obtenus avec les variables de CT-scan se veulent une piste d'exploration pour les chercheurs spécialisés dans le domaine et pouvant éventuellement établir des liens avec la neuroimagerie fonctionnelle.

## **7. Implications cliniques**

D'après nos résultats et ceux d'autres avant nous, et en dépit des limites mentionnées, nous considérons que les personnes âgées subissant un TCC en âge avancé pourraient bénéficier de programmes de réadaptation. Il importe de considérer cette population comme distincte, tant sur le plan du mécanisme de l'accident que des conséquences cognitives et fonctionnelles, de cibler ses besoins et déterminer les programmes les plus appropriés. Il faudra continuer à identifier des facteurs de bons pronostics, tels que le niveau d'éducation ou le niveau cognitif prémorbide et continuer d'agir en prévention des chutes, mais potentiellement aussi des accidents de voiture. Il faudra aussi repérer les indices associés à un mauvais pronostic, qui, tel qu'illustré par certains de nos résultats, peuvent différer par rapport aux adultes. Notamment, le score à l'ECG ne semble pas le meilleur indicateur de sévérité ni de récupération chez la personne âgée. La présence de lésion cérébrale pourrait être une piste de recherche prometteuse, à mettre en lien avec l'évaluation neuropsychologique. Spitz et al. (2012) ont d'ailleurs montré que les variables cognitives représentaient une valeur ajoutée significative aux modèles de prédiction du devenir fonctionnel seulement basés sur les données démographiques et liées au TCC. D'ailleurs, comme les scores aux tâches d'empan sont dans la norme pour notre échantillon, excepté pour l'empan spatial inverse, il pourrait s'agir de mesures d'évolution simples et fiables à utiliser en clinique pour attester du niveau d'atteinte et/ou de récupération. Dans le même ordre d'idées, d'après nos résultats, le MPAI-4 semble un outil valide auprès des personnes âgées ayant subi un TCC.

## **Conclusion**

À ce jour, peu d'études se sont intéressées à mettre en relation les profils cognitifs et d'autonomie fonctionnelle des personnes âgées ayant subi un TCC, malgré l'augmentation de la

prévalence de TCC au sein de cette population. D'après nos résultats, il apparaît que les capacités de MdT ne sont pas affectées de la même façon dépendamment de la modalité et de la difficulté de la tâche. En effet, la MdT spatiale en ordre inverse semble la condition la plus sensible à l'effet d'un TCC chez la personne âgée, cette performance demeurant toutefois non déficitaire au plan clinique. Cela implique par ailleurs que les capacités de MdT peuvent se normaliser après un TCC. Il en va de même pour le niveau d'autonomie fonctionnelle, qui, bien que différent de celui des personnes âgées en santé, n'indique pas d'incapacité majeure, contrastant avec les pronostics plus sombres rapportés dans la littérature. Bien que les déterminants d'un bon rétablissement soient probablement le résultat d'interactions complexes entre plusieurs facteurs, nous continuons à appuyer la littérature qui met le niveau d'éducation et de fonctionnement cognitif pré-accidentel au centre des facteurs de bon pronostic. Il n'en demeure pas moins que certaines personnes se rétablissent moins bien après un TCC, d'où l'importance d'agir en prévention, notamment en ce qui concerne les chutes et potentiellement les accidents de la route. De futures études seront aussi essentielles à l'établissement de processus de prise en charge adaptés à cette population distincte et unique.

## Références

- Adams, J. H., Scott, G., Parker, L. S., Graham, D. I., & Doyle, D. (1980). The Contusion Index: A Quantitative Approach To Cerebral Contusions In Head Injury. *Neuropathology and Applied Neurobiology*, 6(4), 319–324.
- Aharon-Peretz, J., Kliot, D., Amyel-Zvi, E., Tomer, R., Rakier, A., & Feinsod, M. (1997). Neurobehavioural consequences of closed head injury in the elderly. *Brain Injury*, 11(12), 961–966.
- Alloway, T.C., Alloway, R.G. (2013). *Working memory: the connected intelligence*. New-York: Psychology Press.
- Anke, A., Andelic, N., Skandsen, T., Knoph, R., Ader, T., Manskow, U., ... Røe, C. (2015). Functional Recovery and Life Satisfaction in the First Year after Severe Traumatic Brain Injury: A Prospective Multicenter Study of a Norwegian National Cohort. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 30(4), E38–E49.
- Baddeley, A. (1998). Working memory. *C R Acad Sci Paris*, 321, 167–173.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer-a new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4(11), 417–423.
- Baddeley, A. D. (1983). Working memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8(5044), 47–89.
- Baddeley, A., Logie, R., Nimmo-Smith, I., & Brereton, N. (1985). Components of fluent reading. *Journal of memory and language*, 24(1), 119-131.
- Baddeley, A. (1986). *Working Memory*. New-York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action* (Vol. 45). Toronto: Oxford University Press.
- Baddeley, A., Jarrold, C., & Vargha-Khadem, F. (2011). Working memory and the hippocampus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(12), 3855-3861.

- Barth, J.T., Alves, W.M., Ryan, T.V., Macciocchi, S.N., Rimel, R.W., Jane, J.A., & Nelson, W.E. (1989). Mild Head Injury in Sports: Neuropsychological Sequelae and Recovery of Function. Dans Levin, H.S., Eisenberg, H.M., & Benton, A.L. (éd), *Mild Heand Injury*. New-York: Oxford University Press.
- Bartrés-Faz, D., Solé-Padullés, C., Junqué, C., Rami, L., Bosch, B., Bargalló, N., ... Molinuevo, J. L. (2009). Interactions of cognitive reserve with regional brain anatomy and brain function during a working memory task in healthy elders. *Biological Psychology*, 80(2), 256–259.
- Bédirian, Valérie (2008). *L'aptitude à gérer ses biens chez les personnes âgées : élaboration d'un outil fonctionnel et étude des variables sociodémographiques et neuropsychologiques associées* (Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal). Repéré à <http://www.archipel.uqam.ca/id/eprint/1969>
- Belleville, S, Rouleau, N., & Caza, N. (1998). Effect of normal aging on the manipulation of information in working memory. *Memory & Cognition*, 26(3), 572–583.
- Belleville, Sylvie, Peretz, I., & Malenfant, D. (1996). Examination of the working memory components in normal aging and in dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychologia*, 34(3), 195–207.
- Bherer, L., Belleville, S., & Hudon, C. (2004). Le déclin des fonctions exécutives dans la maladie d'Alzheimer et dans la démence frontotemporale. *Psychologie NeuroPsychiatrie Du Vieillessement*, 2(3), 181–189.
- Bigler, E. D., & Stern, Y. (2015). Traumatic brain injury and reserve. *Handbook of clinical neurology*, 128, 691.
- Bopp, K. L., & Verhaeghen, P. (2005). Aging and verbal memory span: A meta-analysis. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 60(5), 223–233.
- Braver, T. S., & West, R. (2008). Working memory, executive control, and aging. *The handbook of aging and cognition*, 3, 311-372.
- Brockmole, J. R., & Logie, R. H. (2013). Age-related change in visual working memory: a study of 55,753 participants aged 8–75. *Frontiers in psychology*, 4, 12.

- Brouillet, D., Syssau, A. (2000). *Le vieillissement cognitif normal: Vers un modèle explicatif du vieillissement*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Bruns, J. (2003). The epidemiology of traumatic brain injury: a review. *Epilepsia*, 44(10), 2.
- Burleigh, S. a, Farber, R. S., & Mawr, B. (1995). Susan A. Burleigh, Ruth S. Farber, Marian Gillard. *The American Journal of Occupational Therapy*, 52, 45–52.
- Cassidy, J. D., Carroll, L. J., Peloso, P. M., Borg, J., Von Holst, H., Holm, L., ... Coronado, V. G. (2004). Incidence, risk factors and prevention of mild traumatic brain injury: Results of the WHO Collaborating Centre Task Force on mild traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 36(SUPPL. 43), 28–60.
- Caterino, J. M., Raubenolt, A., & Cudnik, M. T. (2011). Modification of Glasgow Coma Scale Criteria for Injured Elders. *Academic Emergency Medicine*, 18, 1014–1021.
- Chen, C. J., Wu, C. H., Liao, Y. P., Hsu, H. L., Tseng, Y. C., Liu, H. L., & Chiu, W. T. (2012). Working memory in patients with mild traumatic brain injury: functional MR imaging analysis. *Radiology*, 264(3), 844–851.
- Cicerone, K. D. (1997). Clinical sensitivity of four measures of attention to mild traumatic brain injury. *The Clinical Neuropsychologist*, 11(3), 266-272.
- Cohen, J. D., Perlstein, W. M., Braver, T. S., Nystrom, L. E., Noll, D. C., Jonides, J., & Smith, E. E. (1997). Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*.
- Cohen, J. (1988). 1988: Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769–786.
- Crépeau, F., & Scherzer, P. (1993). Predictors and indicators of work status after traumatic brain injury: A meta-analysis. *Neuropsychological Rehabilitation*, 3(1), 5–35.
- Dams-O'Connor, K., Gibbons, L. E., Landau, A., Larson, E. B., & Crane, P. K. (2016). Health Problems Precede Traumatic Brain Injury in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(4), 844–848.

- D'Esposito, M., Postle, B. R., & Rypma, B. (2000). Prefrontal cortical contributions to working memory: evidence from event-related fMRI studies. In *Executive control and the frontal lobe: Current issues* (pp. 3-11). Springer, Berlin, Heidelberg.
- De Guise, E., Leblanc, J., Feyz, M., & Lamoureux, J. (2005). Prediction of the level of cognitive functional independence in acute care following traumatic brain injury. *Brain Injury, 19*(13), 1087-1093.
- De Guise, E., LeBlanc, J., Dagher, J., Tinawi, S., Lamoureux, J., Marcoux, J., ... & Feyz, M. (2015). Traumatic brain injury in the elderly: a level 1 trauma centre study. *Brain injury, 29*(5), 558-564.
- Dikmen, S., Machamer, J., & Temkin, N. (2001). Mild head injury: facts and artifacts. *Journal of clinical and experimental neuropsychology, 23*(6), 729-738.
- Donders, J., & Stout, J. (2018). The Influence of Cognitive Reserve on Recovery from Traumatic Brain Injury. *Archives of Clinical Neuropsychology, 34*(2), 206–213.
- Dunning, D. L., Westgate, B., & Adlam, A.-L. R. (2016). A meta-analysis of working memory impairments in survivors of moderate-to-severe traumatic brain injury. *Neuropsychology, 30*(7), 811–819.
- Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (1990). Normal Aging and Prospective Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16*(4), 717–726.
- Eriksson, J., Vogel, E. K., Lansner, A., & Bergstro, F. (2015). Perspective Neurocognitive Architecture of Working Memory. *Neuron, 88*(1), 33–46.
- Faul, M., Xu, L., Wald, M. M., & Coronado, V. G. (2010). Traumatic brain injury in the United States. *emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002–2006, 2010*.
- Fernández-Cabello, S., Valls-Pedret, C., Schurz, M., Vidal-Piñeiro, D., Sala-Llonch, R., Bargallo, N., ... Bartrés-Faz, D. (2016). White matter hyperintensities and cognitive reserve during a working memory task: a functional magnetic resonance imaging study in cognitively normal older adults. *Neurobiology of Aging, 48*, 23–33.
- Fournier-St-Amand, G. (2019). *Comparaison des personnes âgées et des adultes plus jeunes en réadaptation après un traumatisme craniocérébral: caractéristiques cliniques,*

- fonctionnement psychologique, statut fonctionnel et fardeau des aidants* (Thèse de doctorat, Université Laval, Québec). Repéré à <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/33853/1/35020.pdf>
- Frencham, K. A., Fox, A. M., & Maybery, M. T. (2005). Neuropsychological studies of mild traumatic brain injury: A meta-analytic review of research since 1995. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27(3), 334-351.
- Froudust-Walsh, S., López-Barroso, D., Torres-Prioris, M. J., Croxson, P. L., & Berthier, M. L. (2018). Plasticity in the Working Memory System : Life Span Changes and Response to Injury. *The Neuroscientist*, 24(3), 261–276.
- Gagné, M., Blanchet, C., Jean, S., & Hamel, D. (2018). *Chutes et facteurs associés chez les aînés québécois vivant à domicile*. Collection Vieillesse et santé. Institut national de santé publique du Québec. Québec. 19 p. Repéré à [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2347\\_chutes\\_aines\\_quebecois\\_domicile.pdf](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2347_chutes_aines_quebecois_domicile.pdf)
- Gagnon, C., & Lafrance, M. (2011). *Prévention des chutes auprès des personnes âgées vivant à domicile: analyse des données scientifiques et recommandations préliminaires à l'élaboration d'un guide de pratique clinique*. Institut national de santé publique du Québec, juin 2011. Repéré à [https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1241\\_PrevChutesPersAgeesAnalyseRecomm.pdf](https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1241_PrevChutesPersAgeesAnalyseRecomm.pdf)
- Gardner, R. C., Connor, K. D., Morrissey, M. R., & Manley, G. T. (2018). Geriatric Traumatic Brain Injury : Epidemiology, Outcomes, Knowledge Gaps, and Future Directions. *Journal of Neurotrauma*, 35(7), 889–906.
- Gardner, R. C., Burke, J. F., Nettiksimmons, J., Kaup, A., Barnes, D. E., & Yaffe, K. (2014). Dementia Risk After Traumatic Brain Injury vs Nonbrain Trauma. *JAMA Neurology*, 71(12), 1490.
- Giza, C. C., & Hovda, D. A. (2001). The neurometabolic cascade of concussion. *Journal of athletic training*, 36(3), 228.

- Goldstein, F. C., Levin, H. S., Presley, R. M., Searcy, J., Colohan, A. R., Eisenberg, H. M., Jann, B., Bertolino-Kusnerik, L. (1994). Neurobehavioural consequences of closed head injury in older adults. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 57(8), 961–966.
- Goldstein, F. C., & Levin, H. S. (2001). Cognitive outcome after mild and moderate traumatic brain injury in older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23(6), 739–753.
- Goleburn, C., & Golden, C. (2001). Traumatic brain injury outcome in older adults: a critical review of the literature. *Journal of Clinical Geropsychology*, 7(3), 161–187.
- Goulet, C., Tremblay, B., St-laurent, D., & Swaine, B. (2012). *Évolution des hospitalisations attribuables aux traumatismes craniocérébraux d'origine non intentionnelle au Québec*. Repéré à [https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1473\\_EvolHospitaAttribuTCCNonIntentQc.pdf](https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1473_EvolHospitaAttribuTCCNonIntentQc.pdf)
- Gouvernement du Québec. (2018). *Les aînés du Québec : Quelques données récentes*. Repéré à <http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/ainee/aines-quebec-chiffres.pdf>
- Hanten, G., Stallings-Roberson, G., Song, J. X., Bradshaw, M., & Levin, H. S. (2003). Subject ordered pointing task performance following severe traumatic brain injury in adults. *Brain Injury*, 17(10), 871–882.
- Head, D., Raz, N., Gunning-Dixon, F., Williamson, A., & Acker, J. D. (2002). Age-related differences in the course of cognitive skill acquisition: the role of regional cortical shrinkage and cognitive resources. *Psychology and Aging*, 17(1), 72–84.
- Hester, R. L., Kinsella, G. J., & Ong, B. (2004). Effect of age on forward and backward span tasks. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(4), 475–481.
- Institut canadien d'information sur la santé. (2007). *Le fardeau des maladies, troubles et traumatismes neurologiques au Canada*. Repéré à [https://secure.cihi.ca/free\\_products/BND\\_f.pdf](https://secure.cihi.ca/free_products/BND_f.pdf)
- Johnson, V. E., Stewart, W., & Smith, D. H. (2013). Axonal pathology in traumatic brain injury. *Experimental Neurology*, 246, 35–43.

- Jorm, A. F. (1996). Assessment of cognitive impairment and dementia using informant reports. *Clinical Psychology Review, 16*(1), 51–73.
- Jorm, A. F., & Korten, A. E. (1988). Assessment of cognitive decline in the elderly by informant interview. *The British Journal of Psychiatry : The Journal of Mental Science, 152*(2), 209–213.
- Kalpouzos, G., Eustache, F., & Desgranges, B. (2008). Réserve cognitive et fonctionnement cérébral au cours du vieillissement normal et de la maladie d'Alzheimer. *Psychologie et Neuropsychiatrie Du Vieillissement, 6*(2), 97–105.
- Karibe, H., Hayashi, T., Narisawa, A., Kameyama, M., Nakagawa, A., & Tominaga, T. (2017). Clinical Characteristics and Outcome in Elderly Patients Management Strategy. *Neurologia Medico-Chirurgica, 57*, 418–425.
- Kasahara, M., Menon, D. K., Salmond, C. H., Outtrim, J. G., Tavares, J. V. T., Carpenter, T. A., ... Stamatakis, E. a. (2011). Traumatic brain injury alters the functional brain network mediating working memory. *Brain Injury, 25*(12), 1170–1187.
- Kean, J., Malec, J. F., Altman, I. M., & Swick, S. (2011). Rasch Measurement Analysis of the Mayo-Portland Adaptability Inventory (MPAI-4) in a Community-Based Rehabilitation Sample. *Journal of Neurotrauma, 28*(5), 745–753.
- Kemper, S., Herman, R. E., & Liu, C. J. (2004). Sentence production by young and older adults in controlled contexts. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 59*(5), 220-224.
- Kesler, S. R., Adams, H. F., Blasey, C. M., & Bigler, E. D. (2003). Premorbid intellectual functioning, education, and brain size in traumatic brain injury: an investigation of the cognitive reserve hypothesis. *Applied neuropsychology, 10*(3), 153-162.
- Kessels, R. P., Van Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., & De Haan, E. H. (2000). The Corsi block-tapping task: standardization and normative data. *Applied neuropsychology, 7*(4), 252-258.
- Kinsella, G., Murtagh, D., Landry, A., Homfray, K., Hammond, M., O'Beirne, L., ... Ponsford, J. (1996). Everyday memory following traumatic brain injury. *Brain Injury, 10*(7), 499–507.

- Kumar, S., Rao, S. L., Chandramouli, B. A., & Pillai, S. V. (2009). Reduction of functional brain connectivity in mild traumatic brain injury during working memory. *Journal of Neurotrauma*, 26(5), 665–675.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14(4), 389–433.
- Langlois, J. A., Rutland-Brown, W., & Wald, M. M. (2006). The Epidemiology and Impact of Traumatic Brain Injury A Brief Overview. *J Head Trauma Rehabil*, 21(5), 375–378.
- Laroche, S., Davis, S., & Jay, T. M. (2000). Plasticity at hippocampal to prefrontal cortex synapses: dual roles in working memory and consolidation. *Hippocampus*, 10(4), 438–446.
- Lavoie-Dugré, S. (2015). *L'influence de l'âge sur le fonctionnement psychologique à la suite d'un traumatisme crânio-cérébral (TCC) léger ou modéré/sévère chez l'adulte*. (Thèse de doctorat, Université Laval, Québec). Repéré à <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/26112/1/31720.pdf>
- Leary, J. B., Kim, G. Y., Bradley, C. L., & Hussain, U. Z. (2018). The Association of Cognitive Reserve in Chronic-Phase Functional and Neuropsychological Outcomes Following Traumatic Brain Injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 33(1), E28–E35.
- Leblanc, J., Guise, E. D., Gosselin, N., & Feyz, M. (2006). Comparison of functional outcome following acute care in young, middle-aged and elderly patients with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 20(8), 779-790.
- Leszczynski, M. (2011). How does hippocampus contribute to working memory processing?. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 168.
- Lee, B., & Newberg, A. (2005). Neuroimaging in Traumatic Brain Imaging. *NeuroRx*, 2(2), 372–383.
- Levi, Y., Rassovsky, Y., Agranov, E., Sela-Kaufman, M., & Vakil, E. (2013). Cognitive reserve components as expressed in traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(6), 664-671.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment (5th ed.)*. New York, NY, US: Oxford University Press.

- Liu-Ambrose, T., Ahamed, Y., Graf, P., Feldman, F., & Robinovitch, S. N. (2008). Older Fallers With Poor Working Memory Overestimate Their Postural Limits. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *89*(7), 1335–1340.
- Malec, J. F., Kragness, M., Evans, R. W., Finlay, K. L., Kent, A., & Lezak, M. D. (2003). Further psychometric evaluation and revision of the Mayo-Portland Adaptability Inventory in a national sample. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *18*(6), 479–492.
- Marquez de la Plata, C. D., Hart, T., Hammond, F. M., Frol, A. B., Hudak, A., Harper, C. R., ... Diaz-Arrastia, R. (2008). Impact of Age on Long-Term Recovery From Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *89*(5), 896–903.
- Marshall, S., Bayley, M., McCullagh, S., Velikonja, D., & Berrigan, L. (2012). Clinical practice guidelines for mild traumatic brain injury and persistent symptoms. *Canadian Family Physician*, *58*(3), 257-267.
- Mathias, J. L., & Wheaton, P. (2015). Neuroscience and Biobehavioral Reviews Contribution of brain or biological reserve and cognitive or neural reserve to outcome after TBI : A meta-analysis (prior to 2015). *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *55*, 573–593.
- Mattay, V. S., Fera, F., Tessitore, A., Hariri, A. R., Berman, K. F., Das, S., ... Weinberger, D. R. (2006). Neurophysiological correlates of age-related changes in working memory capacity. *Neuroscience Letters*, *392*(1–2), 32–37.
- McAllister, T. W., Flashman, L. A., McDonald, B. C., & Saykin, A. J. (2006). Mechanisms of Working Memory Dysfunction after Mild and Moderate TBI: Evidence from Functional MRI and Neurogenetics. *Journal of Neurotrauma*, *23*(10), 1450–1467.
- McAllister, T. W., Sparling, M. B., Flashman, L. A., Guerin, S. J., Mamourian, A. C., & Saykin, A. J. (2001). Differential working memory load effects after mild traumatic brain injury. *NeuroImage*, *14*(5), 1004–12.
- McKerral, M., Léveillé, G., Goulet, P., & Laliberté, V.S. (2014, rév. 2017). MPAI-4, Adaptation québécoise/version canadienne-française, Centre de réadaptation Lucie-Bruneau (CRLB) – Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation (CRIR).

- Menon, D. K., Schwab, K., Wright, D. W., & Maas, A. I. (2010). Position statement: definition of traumatic brain injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *91*(11), 1637–1640.
- Mosenthal, A. C., Livingston, D. H., Lavery, R. F., Knudson, M. M., Lee, S., Morabito, D., ... Coimbra, R. (2004). The effect of age on functional outcome in mild traumatic brain injury: 6-month report of a prospective multicenter trial. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*, *56*(5), 1042–1048.
- Müller, N. G., & Knight, R. T. (2006). The functional neuroanatomy of working memory: Contributions of human brain lesion studies. *Neuroscience*, *139*(1), 51–58.
- Nasreddine, Z., Phillips, N., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, *53*(4), 695–699.
- Nucci, M., Mapelli, D., & Mondini, S. (2012). Cognitive Reserve Index questionnaire (CRIq): a new instrument for measuring cognitive reserve. *Aging Clinical and Experimental Research*, *24*(3), 218–226.
- Papa, L., Mendes, M. E., & Braga, C. F. (2012). Mild Traumatic Brain Injury among the Geriatric Population. *Current Translational Geriatrics and Experimental Gerontology Reports*, *1*(3), 135–142.
- Pariente, A., Dartigues, J. F., Benichou, J., Letenneur, L., Moore, N., & Fourrier-Reglat, A. (2008). Benzodiazepines and injurious falls in community dwelling elders. *Drugs & aging*, *25*(1), 61–70.
- Parikh, S., Koch, M., & Narayan, R. K. (2007). Traumatic brain injury. *International Anesthesiology Clinics*, *45*(3), 119–135.
- Payette, M., Bélanger, C., Léveillé, V., & Grenier, S. (2016). Fall-Related Psychological Concerns and Anxiety among Community-Dwelling Older Adults : Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*, *11*(4), 1–17.
- Perlstein, W. M., Cole, M. A., Demery, J. A., Seignourel, P. J., Dixit, N. K., Larson, M. J., & Briggs, R. W. (2004). Parametric manipulation of working memory load in traumatic brain

- injury: behavioral and neural correlates. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(5), 724–741.
- Ponsford, J., Draper, K., & Schönberger, M. (2008). Functional outcome 10 years after traumatic brain injury: Its relationship with demographic, injury severity, and cognitive and emotional status. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14, 233–242.
- Rabinowitz, A. R., & Levin, H. S. (2014). Cognitive Sequelae of Traumatic Brain Injury. *Psychiatric Clinics of North America*, 37(1), 1–11.
- Rapport, L. J., Van Voorhis, a, Tzelepis, a, & Friedman, S. R. (2001). Executive functioning in adult attention-deficit hyperactivity disorder. *The Clinical Neuropsychologist*, 15(4), 479–491.
- Rassovsky, Y., Levi, Y., Agranov, E., Sela-kaufman, M., Sverdlik, A., & Vakil, E. (2015). Predicting long-term outcome following traumatic brain injury (TBI). *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 37(4), 354–366.
- Raz, N., Lindenberger, U., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M., Head, D., Williamson, A., ... Acker, J. D. (2005). Regional brain changes in aging healthy adults: General trends, individual differences and modifiers. *Cerebral Cortex*, 15(11), 1676–1689.
- Reuter-Lorenz, P. A., & Lustig, C. (2017). Working memory and executive functions in the aging brain. *Cognitive neuroscience of aging: Linking cognitive and cerebral aging*, 235–258.
- Richards, B. (2001). *The effects of aging and mild traumatic brain injury on neuropsychological performance* (Thèse de doctorat, York University, Toronto). Repéré à <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.427.2788&rep=rep1&type=pdf>
- Richards, M., & Deary, I. J. (2005). A life course approach to cognitive reserve: A model for cognitive aging and development? *Annals of Neurology*, 58(4), 617–622.
- Rohling, M. L., Binder, L. M., Demakis, G. J., Larrabee, G. J., Ploetz, D. M., & Langhinrichsen-Rohling, J. (2011). A Meta-Analysis of Neuropsychological Outcome After Mild Traumatic Brain Injury: Re-analyses and Reconsiderations of Binder et al., Frencham et al., and Pertab et al. *The Clinical Neuropsychologist*, 25(4), 608–623.

- Roozenbeek, B., Menon, A. I. R., & Maas, D. K. (2013). Changing patterns in the epidemiology of traumatic brain injury. *Nature Reviews Neurology*, 9(4), 231–236.
- Rypma, B., & D’Esposito, M. (2000). Isolating the neural mechanisms of age-related changes in human working memory. *Nature Neuroscience*, 3(5), 509–515.
- Salthouse, T. A. (1991). Mediation of Adult Age Differences in Cognition By Reductions in Working Memory and Speed of Processing. *Psychological Science*, 2(3), 179–183.
- Salthouse, T. A. (1994). The aging of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 535–543.
- Sayed, N., Culver, C., Dams-O’Connor, K., Hammond, F., & Diaz-Arrastia, R. (2013). Clinical phenotype of dementia after traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 30(13), 1117–1122.
- Schneider, E. B., Sur, S., Raymont, V., Duckworth, J., Kowalski, R. G., Efron, D. T., ... Stevens, R. D. (2014). Functional recovery after moderate/severe traumatic brain injury: A role for cognitive reserve? *Neurology*, 82(18), 1636–1642.
- Scotti, P., Séguin, C., Lo, B. W., De Guise, E., Troquet, J. M., & Marcoux, J. (2019). Antithrombotic agents and traumatic brain injury in the elderly population: hemorrhage patterns and outcomes. *Journal of neurosurgery*, 1(aop), 1-10.
- Sigurdardottir, S., Andelic, N., Roe, C., & Schanke, A. (2009). Cognitive recovery and predictors of functional outcome 1 year after traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15, 740–750.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1998). Neuroimaging analyses of human working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(20), 12061–12068.
- Smith, D. H., & Meaney, D. F. (2000). Axonal damage in traumatic brain injury. *Prog Clin Neurosci*, 6(6), 483–492.
- Société de l’assurance automobile du Québec. (2017). La conduite automobile des aînés et les proches aidants. Repéré à <https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/conduite-auto-aines.pdf>

- Spitz, G., Ponsford, J. L., Rudzki, D., Health, S., & Maller, J. J. (2012). Association Between Cognitive Performance and Functional Outcome Following Traumatic Brain Injury : A Longitudinal Multilevel Examination. *Neuropsychology*, 26(5), 604–612.
- Steffener, J., Brickman, A. M., Rakitin, B. C., & Gazes, Y. (2009). The impact of age-related changes on working memory functional activity, 3(2), 142–153.
- Steffener, J., & Stern, Y. (2012). Exploring the neural basis of cognitive reserve in aging. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*, 1822(3), 467–473.
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(3), 448-460.
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015–2028.
- Stern, Y. (2013). Cognitive reserve: implications for assessment and intervention. *Folia Phoniatica et Logopaedica : Official Organ of the International Association of Logopedics and Phoniatics (IALP)*, 65(2), 49–54.
- Stern, Y., Arenaza-Urquijo, E. M., Bartr, D., Cantilon, M., Chetelat, G., Ewers, M., ... Soldan, A. (2018). Whitepaper : Defining and investigating cognitive reserve, brain reserve, and brain maintenance. *Alzheimer's & Dementia*.
- Steward, K. A., Kennedy, R., Novack, T. A., Crowe, M., Marson, D. C., & Triebel, K. L. (2018). The Role of Cognitive Reserve in Recovery From Traumatic Brain Injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 33(1), 18–27.
- Stocchetti, N., Paterno, R., Citerio, G., Beretta, L., & Colombo, A. (2012). Traumatic brain injury in an aging population. *Journal of neurotrauma*, 29(6), 1119-1125.
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary. American Chemical Society.
- Stuss, D. T. (2011). Traumatic brain injury: relation to executive dysfunction and the frontal lobes. *Current opinion in neurology*, 24(6), 584-589.
- Styrke, J., Stålnacke, B.-M., Sojka, P., & Björnstig, U. (2007). Traumatic brain injuries in a well-defined population: epidemiological aspects and severity. *Journal of Neurotrauma*, 24(9), 1425–1436.

- Sumowski, J. F., Chiaravalloti, N., Krch, D., Paxton, J., & Deluca, J. (2013). Education attenuates the negative impact of traumatic brain injury on cognitive status. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 94*(12), 2562–2564.
- Susman, M., DiRusso, S. M., Sullivan, T., Risucci, D., Nealon, P., Cuff, S., ... & Benzil, D. (2002). Traumatic brain injury in the elderly: increased mortality and worse functional outcome at discharge despite lower injury severity. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 53*(2), 219-224.
- Swanson, H. L. (1999). Reading comprehension and working memory in learning-disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system?. *Journal of Experimental Child Psychology, 72*(1), 1-31.
- Tardif, P., Moore, L., Boutin, A., Dufresne, P., Omar, M., Bourgeois, G., ... Turgeon, A. F. (2017). Hospital length of stay following admission for traumatic brain injury in a Canadian integrated trauma system : A retrospective multicenter cohort study. *Injury, 48*(1), 94–100.
- Teasdale, G., & Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. *The Lancet, 304*(7872), 81–84.
- Temkin, N. R., Corrigan, J. D., Dikmen, S. S., & Machamer, J. (2009). Social functioning after traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 24*(6), 460–467.
- Testa, J. A., Malec, J. F., Moessner, A. M., & Brown, A. W. (2005). Outcome after traumatic brain injury: Effects of aging on recovery. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 86*(9), 1815–1823.
- Thompson, H. J., McCormick, W. C., & Kagan, S. H. (2006). Traumatic brain injury in older adults: Epidemiology, outcomes, and future implications. *Journal of the American Geriatrics Society, 54*(10), 1590–1595.
- Thompson, H. J., Weir, S., Rivara, F. P., Wang, J., Sullivan, S. D., Salkever, D., & MacKenzie, E. J. (2012). Utilization and Costs of Health Care after Geriatric Traumatic Brain Injury. *Journal of Neurotrauma, 29*(10), 1864–1871.
- Toglia, J. & Golisz, K. (2017). Dans N. D. Chiaravalloti, N.D. et Y. Goverover (dir), *Changes in the Brain* (p. 117-143). New-York, NY: Springer.

- Tokutomi, T., Miyagi, T., Ogawa, T., Ono, J., Kawamata, T., Sakamoto, T., ... Nakamura, N. (2008). Age-Associated Increases in Poor Outcomes after Traumatic Brain Injury : A Report from the Japan Neurotrauma Data Bank. *Journal of Neurotrauma*, 25(12), 1407–1414.
- Vallat-Azouvi, C., Weber, T., Legrand, L., & Azouvi, P. (2007). Working memory after severe traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 13(5), 770–780.
- Van der Linden (1994). *Mémoire de travail, capacités attentionnelles, vitesse de traitement et vieillissement*. Dans M. Van der Linden et M. Huppert (dir), *Le vieillissement cognitif* (1ère éd., pp. 37-85). Paris : Presses universitaires de France.
- Werner, C., & Engelhard, K. (2007). Pathophysiology of traumatic brain injury. *British Journal of Anaesthesia*, 99(1), 4–9. <https://doi.org/10.1093/bja/aem131>
- Weschler, D. (2001). Echelle clinique de memoire de Weschler MEM III (WMS-III). *Les éditions du Centre de Psychologie appliquee, Paris*.
- West, R. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 120(2), 272–292.
- Wingfield, A., Stine, E. a, Lahar, C. J., & Aberdeen, J. S. (2007). Does the capacity of working memory change with age? *Experimental Aging Research*, 14(2–3), 103–107.
- Wood, R. L. L., & Rutterford, N. A. (2006). Demographic and cognitive predictors of long-term psychosocial outcome following traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 350–358.
- Yeates, K. O., Levin, H. S., & Ponsford, J. (2017). The Neuropsychology of Traumatic Brain Injury : Looking Back , Peering Ahead. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 23, 806–817.
- Zygun, D. A., Laupland, K. B., Hader, W. J., Kortbeek, J. B., Findlay, C., Doig, C. J., & Hameed, S. M. (2005). Severe Traumatic Brain Injury in a Large Canadian Health Region. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 32(October 2015), 87–92.



## Annexe 1 : scores au MMSE des participants TCC vus en 2011-2012

*Score au MMSE des participants TCC vus en 2011-2012 (n = 20)*

	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type
Score MMSE	24,00	30,00	27,3	1,75

*Note. MMSE : Mini-Mental State Examination.*

## Annexe 2 : variables considérées pour l'objectif 2

Corrélations de Pearson ( $r$ ) entre les variables sociodémographiques et liées au TCC et les scores en MdT

	Âge ( $n = 29$ )	ECG ( $n = 29$ )	Nb jours ( $n = 29$ )
EC – direct	-0,31	0,14	0,51**
EC – inverse	-0,39*	0,25	0,28
MS – direct	-0,23	0,18	0,18
MS – inverse	-0,50	0,34	0,22

Note. EC = empan de chiffres (nombre de séquences réussies); MS = mémoire spatiale (nombre de séquences réussies); IQCODE = score total au *Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly*; Scolarité = nombre d'années de scolarité; ECG = score à l'Échelle de Coma de Glasgow; Nb jours = nombre de jours écoulés depuis l'accident. \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ .

Test  $t$  et statistiques descriptives de la performance en MdT selon le résultat au CT-scan

	Résultat du CT-scan				Diff. moyenne	$t$
	Lésion pariétale ( $n = 10$ )		Sans lésion pariétale ( $n = 19$ )			
	$M$	$\acute{E}T$	$M$	$\acute{E}T$		
EC - direct	7,40	1,58	8,90	1,97	1,49	2,07*
EC - inverse	4,40	1,78	6,11	2,13	1,71	2,16*
MS - direct	6,10	1,10	7,79	1,62	1,69	2,95**
MS - inverse	4,60	1,35	5,89	1,37	1,29	2,43*
	Lésion frontale ( $n = 15$ )		Sans lésion frontale ( $n = 14$ )		Diff. moyenne	$t$
	$M$	$\acute{E}T$	$M$	$\acute{E}T$		
	EC - direct	8,47	2,17	8,29		
EC - inverse	5,53	2,42	5,50	1,91	-0,03	-0,041
MS - direct	6,87	1,51	7,57	1,79	0,70	1,15
MS - inverse	5,33	1,84	5,57	1,02	0,24	0,43

Note. Variances égales. EC = empan de chiffres (nombre de séquences réussies); MS = mémoire spatiale (nombre de séquences réussies);  $M$  = moyenne;  $\acute{E}T$  = écart-type. \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ .