

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

THÈSE PRÉSENTÉE À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
LINDA BOUCHER

CONTRIBUTION DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE À L'IDENTIFICATION
D'UN DÉFICIT COGNITIF LÉGER CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES

NOVEMBRE 2014

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

Cette thèse a été dirigée par :

Pierre Nolin, Ph.D., directeur de recherche

Université du Québec à Trois-Rivières

Jury d'évaluation de la thèse :

Pierre Nolin, Ph.D.

Université du Québec à Trois-Rivières

Annie Stipanivic, Ph.D.

Université du Québec à Trois-Rivières

Françoise Lavallée, Ph.D.

Université du Québec à Trois-Rivières

Hélène Forget, Ph.D.

Université du Québec en Outaouais

Thèse soutenue le 12/09/2014

Sommaire

Le vieillissement populationnel est un phénomène mondial très actuel qui interpelle la communauté scientifique et l'intérêt des chercheurs à réaliser des études sur les maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer. Le déficit cognitif léger se retrouverait en position intermédiaire entre le vieillissement normal et pathologique (démence). D'ailleurs, plusieurs écrits rapportent, chez les personnes ayant un déficit cognitif léger, que 10 à 15 % de celles-ci développeraient annuellement une démence, d'où l'importance de dépister précocement ce trouble.

Cette étude a tout d'abord permis de documenter l'apport de deux approches évaluatives couramment utilisées pour l'évaluation des personnes âgées présentant des déficits cognitifs légers. En premier lieu, cette étude a comparé deux approches de dépistage, soit l'examen de Folstein sur l'état mental (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) et le *Montreal Cognitive Assessment* (Nasreddine et al., 2005), et les critères de Petersen et al. (1999). En second lieu, cette étude a utilisé une nouvelle tâche dite écologique, soit le test de Stroop virtuel (la *ClinicaVR: Apartment Stroop*) qui a été développé en collaboration avec Digital Media Works (www.dmw.ca) pour évaluer le fonctionnement attentionnel/exécutif auprès de cette population clinique. Ainsi, 93 personnes ont participé à l'étude, soit 62 femmes et 31 hommes âgés entre 69 et 89 ans, dont le niveau moyen de scolarité était de 13,09 années.

En première partie, les résultats ont démontré que les critères de Petersen et al.(1999) demeurent le moyen le plus fiable pour identifier les personnes avec des troubles cognitifs légers puisqu'ils identifieraient mieux les personnes saines de celles avec un déficit cognitif léger, par comparaison aux deux tests de dépistage. Toutefois, le MoCA au seuil < 26 serait un meilleur outil de dépistage que le MMSE. Pour toutes les approches évaluatives, il est cependant recommandé de demeurer vigilant, car aucune ne permet de garantir l'identification des cas de déficit cognitif léger avec certitude. Par le fait même, l'évaluation neuropsychologique peut nous apporter un éclairage supplémentaire sur le fonctionnement cognitif de cette population.

En seconde partie, cette étude a démontré que le test de Stroop virtuel semble présenter une meilleure sensibilité que le test de Stroop traditionnel pour détecter des déficits attentionnels et exécutifs chez les participants qui présentent un déficit cognitif léger. Ce trouble toucherait particulièrement les processus d'inhibition et serait probablement relié à une défaillance du *Système Superviseur Attentionnel*. Finalement, par sa valeur écologique, l'utilisation de cette nouvelle technologie apparaît prometteuse et pourrait mieux refléter la réalité quotidienne de la personne âgée comparativement aux tests psychométriques traditionnels. En plus d'être novatrice, l'utilisation de la réalité virtuelle dans l'évaluation des troubles neuropsychologiques amène un aspect ludique qui a été apprécié par les participants de cette étude.

Table des matières

Sommaire	iii
Liste des tableaux	xi
Liste des figures	xiii
Remerciements	xiv
Introduction	1
Contexte théorique	4
Le vieillissement normal et pathologique : un continuum.....	5
Définitions et visions du vieillissement	6
Le déficit cognitif léger lié au vieillissement : évolution du concept.....	8
Classification des personnes DCL selon des échelles ordinales.....	9
Classification des personnes DCL selon la description syndromique des troubles cognitifs liés à l'âge	9
Données épidémiologiques sur le vieillissement de la population	12
Incidence et prévalence du déficit cognitif léger	14
Le déficit cognitif léger : approches évaluatives et dysfonctions cognitives.....	16
Controverses sur les procédures d'identification et d'évaluation du DCL	16
Critères diagnostiques du DCL.....	16
L'évaluation du DCL	18
Les critères de Petersen et al. (1999)	19
Les évaluations de dépistage	20

L'approche neuropsychologique traditionnelle versus l'approche écologique	21
La réalité virtuelle	23
Les fonctions attentionnelles et exécutives.....	25
Les fonctions attentionnelles et exécutives chez les personnes avec DCL.....	29
La neuroimagerie cérébrale chez les personnes avec DCL	32
Problématiques, objectifs et hypothèses	36
Les approches évaluatives du DCL : tests de dépistage et les critères de Petersen et al. (1999).....	37
Les approches évaluatives du DCL : test traditionnel et test virtuel (écologique)	40
Objectifs.....	45
Étude exploratoire.....	47
Hypothèses.....	47
Méthode.....	48
Participants.....	49
Critères d'exclusion	50
Instruments de mesure	51
Mesures de contrôle	51
Mesures pour les critères de Petersen et al. (1999).....	52
Mesures dépendantes servant aux questions relatives aux approches évaluatives du DCL : tests de dépistage et critères de Petersen et al. (1999)....	53
Le <i>Mini-Mental State Examination</i> (MMSE)	54
Le <i>Montreal Cognitive Assessment</i> (MoCA).....	54

Les critères de Petersen et al. (1999) associés à un test mnésique standardisé.....	54
Mesures dépendantes servant aux questions relatives aux approches évaluatives du DCL : test traditionnel et test virtuel (écologique)	55
Le test neuropsychologique traditionnel : le test de Stroop.....	55
Le test de Stroop en réalité virtuelle : la <i>ClinicaVR: Apartment Stroop</i>	56
Mesure sur l'expérience virtuelle.....	59
Les cybermalaises	59
La propension à l'immersion	60
Le sentiment de présence	60
L'expérience en RV	61
Le bilan neuropsychologique.....	61
La mémoire	62
La mémoire visuospatiale	63
Les habiletés visuospatiales	63
Le langage.....	64
Les fonctions visuopraxiques et visuoconstructives	64
Les fonctions attentionnelles	65
Les fonctions exécutives	65
Déroulement.....	67
Résultats	68
Traitement des données.....	69
Partie 1 : Les approches évaluatives du DCL : tests de dépistage et critères de Petersen et al. (1999).....	71

Cas de DCL selon les deux outils de dépistage au seuil < 26/30 et selon les critères de Petersen et al. (1999)	72
CVLT : Test californien d'apprentissage et de mémoire verbale	83
Cas de DCL selon les deux outils de dépistage au seuil < 26/30 pour le MMSE et au seuil ≤ 23 pour le MoCA, et selon les critères de Petersen et al. (1999).....	83
Cas de DCL selon les critères de Petersen et al. (1999) avec un seuil de -1,5 <i>ÉT</i> au test de mémoire	90
Partie 2 : Les approches évaluatives du DCL : test traditionnel et test virtuel (écologique)	97
Analyses sur la validité de la tâche virtuelle.....	97
Sensibilité de la tâche virtuelle à l'identification des déficits attentionnels et exécutifs auprès des personnes ayant un DCL selon le MMSE.....	101
Sensibilité de la tâche virtuelle à l'identification des déficits attentionnels et exécutifs auprès des personnes ayant un DCL selon le MoCA au seuil < 26.....	103
Sensibilité de la tâche virtuelle à l'identification des déficits attentionnels et exécutifs auprès des personnes ayant un DCL selon le MoCA au seuil ≤ 23	105
Sensibilité de la tâche virtuelle à l'identification des déficits attentionnels et exécutifs auprès des personnes ayant un DCL selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 <i>ÉT</i> au test de mémoire.....	107
L'expérience virtuelle	109
Cybermalaises	109
Propension à l'immersion	110
Sentiment de présence.....	111
Appréciation de l'expérience en RV	112
Discussion	114

Le MMSE comme outil de dépistage du DCL.....	115
Performance au bilan neuropsychologique des participants identifiés DCL à l'aide du MMSE.....	116
Le MoCA comme outil de dépistage du DCL	117
MoCA au seuil < 26.....	117
MoCA au seuil \leq 23	118
Performance au bilan neuropsychologique des participants identifiés DCL à l'aide du MoCA	119
Profil cognitif des participants DCL selon les critères de Petersen et al. (1999)....	121
Comparaison du profil cognitif des participants identifiés DCL selon le MoCA ou selon les critères de Petersen et al. (1999)	122
Hypothèse 1	123
Hypothèse 2	124
Hypothèse 3	125
Les approches évaluatives du DCL : contribution de l'approche traditionnelle et de l'approche virtuelle (écologique).....	130
Validité de la tâche écologique : le Stroop Virtuel comme mesure des fonctions attentionnelles et exécutives	131
Sensibilité du Stroop virtuel pour l'identification des personnes avec DCL	132
Le Stroop Virtuel auprès de personnes identifiées DCL à l'aide du MoCA	132
Le Stroop virtuel auprès des personnes identifiées DCL à l'aide des critères de Petersen et al. (1999).....	133
L'expérience virtuelle	137
Hypothèse 4	137

Les limites de la recherche.....	139
La réalité virtuelle, une technologie relativement nouvelle.....	140
Recherches futures	141
Le raffinement des approches évaluatives pour dépister les personnes avec DCL.....	141
L'amélioration et le développement de nouvelles tâches virtuelles	142
Conclusion	144
Références	149
Appendice A. Moyennes et écarts-types au Stroop Virtuel selon les groupes d'âge et le genre chez les participants témoins	163

Liste des tableaux

Tableau

1	Moyennes et écarts-types pour l'âge, le niveau de scolarité et le niveau de dépression des participants témoins et DCL avec un seuil < 26 au MMSE.....	74
2	Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux items du MMSE avec un seuil < 26	75
3	Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests du bilan neuropsychologique avec un seuil < 26 au MMSE.....	76
4	Moyennes et écarts-types pour l'âge, le niveau de scolarité et le niveau de dépression des participants témoins et DCL avec un seuil < 26 au MoCA	79
5	Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux items du MoCA avec un seuil < 26.....	80
6	Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests du bilan neuropsychologique avec un seuil < 26 au MoCA	81
7	Moyennes et écarts-types pour l'âge, le niveau d'éducation et le niveau de dépression des participants témoins et DCL avec un seuil \leq 23 au MoCA	86
8	Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux items du MoCA avec un seuil \leq 23.....	87
9	Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests neuropsychologiques avec un seuil \leq 23 au MoCA	88
10	Moyennes et écarts-types pour l'âge, le niveau de scolarité et le niveau de dépression des participants témoins et DCL selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 <i>ÉT</i> sur la tâche de mémoire	92
11	Moyennes et écarts-types aux quatre variables du CVLT des participants témoins et DCL et identifiés avec les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 <i>ÉT</i> au test de mémoire	93
12	Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests neuropsychologiques selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 <i>ÉT</i> au test de mémoire.....	95

Tableau

13	Corrélations entre la performance aux tests traditionnels mesurant des fonctions attentionnelles et la première partie de la tâche virtuelle	99
14	Corrélations entre les tests traditionnels mesurant des fonctions exécutives et la seconde partie de la tâche virtuelle.....	100
15	Corrélations entre la performance au Stroop traditionnel et le Stroop virtuel ...	101
16	Moyennes et écarts-types au test de Stroop virtuel et traditionnel pour les participants témoins et DCL selon la classification issue du MMSE	102
17	Moyennes et écarts-types au test de Stroop virtuel et traditionnel pour les participants témoins et DCL selon la classification issue du MoCA au seuil < 26	104
18	Moyennes et écarts-types au test de Stroop virtuel et traditionnel pour les participants témoins et DCL selon la classification issue du MoCA au seuil ≤ 23	106
19	Moyennes et écarts-types au test de Stroop virtuel et traditionnel pour les participants témoins et DCL selon la classification issue des critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 <i>ÉT</i> au test de mémoire	108
20	Moyennes et écarts-types des cybermalaises en RV pour les participants témoins et DCL	110
21	Moyennes et écarts-types du niveau de propension à l'immersion pour les participants témoins et DCL.....	111
22	Moyennes et écarts-types sur le sentiment de présence pour les participants témoins et DCL	112
23	Moyennes et écarts-types de l'expérience en RV pour les participants témoins et DCL	113
24	Moyennes et écarts-types au Stroop Virtuel selon les groupes d'âge et le genre chez les participants témoins	164

Liste des figures

Figure

1	Illustration du contexte d'évaluation en modalité virtuelle.....	57
2	Appartement virtuel condition 1 : Stroop Couleurs.....	58
3	Appartement virtuel condition 2 : Stroop Mots/Couleurs.	59
4	Classification des participants DCL selon les différentes approches évaluatives. .	73
5	Classification des participants DCL selon les différentes méthodes, mais avec un seuil ≤ 23 au MoCA.....	85

Remerciements

L'auteure désire remercier tout particulièrement Pierre Nolin, Ph.D., son directeur de thèse, pour son professionnalisme, sa grande disponibilité, son écoute, son soutien et de l'avoir guidée de façon constante tout au long de ce processus qui l'a conduite à la réalisation de cet ouvrage.

Elle tient également à remercier les membres de son comité doctoral, mesdames Annie Stipanivic, Micheline Dubé et Françoise Lavallée, professeures au Département de psychologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières ainsi que madame Hélène Forget, professeure à l'Université du Québec en Outaouais au Département de psychoéducation et de psychologie, pour leurs précieux conseils.

Finalement, elle tient à remercier du fond de son cœur ses trois enfants, Mathieu, Mélissa et Frédéric, et leur père qui ont dû, au cours de ces dernières années, la partager avec ce projet de grande envergure qui mène à la réalisation de cette thèse. De même, elle remercie les membres de sa famille ainsi que ses amis pour leurs bons mots d'encouragement et pour l'avoir soutenue tout au long de ce long processus.

Introduction

Le déficit cognitif léger serait lié au processus du vieillissement normal de la population et serait distinct de la maladie d'Alzheimer qui serait le type de démence le plus fréquent chez les personnes âgées vivant en communauté. À partir des recherches déjà effectuées dans ce domaine, il est de plus en plus possible d'identifier ces différents troubles liés au vieillissement. La présente étude portera principalement sur différentes approches évaluatives du déficit cognitif léger et sur le profil cognitif des personnes aux prises avec ce trouble.

La première partie de cette thèse vise à mieux documenter certains outils psychométriques utilisés pour identifier les personnes âgées atteintes de déficits cognitifs légers. Le choix des outils est essentiel pour l'établissement du diagnostic différentiel afin de bien cibler cette population. Actuellement, il existe quelques tests tels le *Mini-Mental State Examination* (MMSE) (Folstein et al., 1975) et le *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) (Nasreddine et al., 2005) qui sont des outils de dépistage. Une autre façon de procéder est d'objectiver le rendement en mémoire à l'aide d'un test standardisé selon les critères de Petersen et al. (1999). La première partie de cet ouvrage portera sur les avantages et limites d'utiliser ces outils pour l'identification des personnes âgées atteintes d'un déficit cognitif léger.

La seconde partie de cette thèse s'intéresse à l'apport d'une nouvelle technologie, la réalité virtuelle, dans la compréhension du fonctionnement attentionnel/exécutif chez les personnes vieillissantes avec ou sans déficit cognitif léger. Au cours des dernières années, plusieurs tâches neuropsychologiques classiques et écologiques ont été développées pour mesurer les fonctions attentionnelles et exécutives. Entre autres, la réalité virtuelle est maintenant utilisée dans le but de bonifier l'évaluation neuropsychologique. Malgré cette avancée, encore peu d'études portent sur la validation de telles tâches. De plus, certaines difficultés demeurent, notamment au plan de la sensibilité et de la spécificité de ce type de mesure. La présente thèse propose l'utilisation de l'appartement virtuel (*ClinicaVR: Apartment Stroop*) comme mesure des fonctions attentionnelles et exécutives et comme outil d'identification du déficit cognitif léger. Pour ce faire, le Stroop traditionnel ainsi que le *ClinicaVR: Apartment Stroop* ont été administrés à des personnes âgées en bonne santé, avec ou sans déficit cognitif léger, dont 62 femmes et 31 hommes âgés entre 69 et 89 ans.

Dans cet ouvrage sera présenté, en premier lieu, le contexte théorique à partir duquel nos hypothèses de recherche ont été élaborées. Dans un deuxième temps, la démarche de recherche sera expliquée d'une manière plus détaillée afin d'en montrer toute la rigueur. Finalement, dans les troisième et quatrième sections, les résultats seront présentés suivi d'une discussion, pour conclure par une brève réflexion sur la complexité du déficit cognitif léger et de son évaluation.

Contexte théorique

Ce premier chapitre se divise en trois grandes parties. Dans la première partie, nous vous présenterons les concepts de base portant sur le vieillissement normal et sur la question des déficits cognitifs légers dans le vieillissement. Par la suite, suivront les composantes théoriques du Déficit Cognitif Léger (DCL¹), syndrome qui constitue l'objet d'étude de la présente thèse. Dans cette partie, seront présentés les informations relatives à la complexité de bien circonscrire cette condition neurologique ainsi que les questionnements portant sur les approches évaluatives et les fonctions cognitives propres au DCL. Enfin, dans la troisième section de ce premier chapitre, nous vous présenterons les problématiques qui sous-tendent la présente thèse. Cela mènera à la présentation des objectifs et des hypothèses de recherche.

Le vieillissement normal et pathologique : un continuum

Cette partie vise premièrement à exposer deux visions différentes du vieillissement et d'expliquer pourquoi le modèle développemental a été retenu par l'auteure. Par la suite, nous vous décrirons ce qu'est le DCL tout en soulignant l'évolution de ce diagnostic à travers le temps. Finalement, quelques données épidémiologiques compléteront cette première partie.

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation DCL.

Définitions et visions du vieillissement

Le vieillissement, défini selon une perspective développementale, serait sous le contrôle de différentes catégories de facteurs biologiques, individuels et environnementaux. Variables d'un individu à l'autre, ces facteurs détermineraient les profils de vieillissement. Cette vision développementale reconnaît les changements de statut fonctionnel comme étant une caractéristique individuelle de la personne au cours de sa vie. Le vieillissement serait vu comme un continuum qui va du vieillissement optimal au vieillissement pathologique sur lequel se distinguent plusieurs profils de vieillissements cognitifs.

Une autre vision du vieillissement est celle du modèle biologique (sénescence) qui renvoie cependant à un état dichotomique où le vieillissement est défini comme « normal » (en bonne santé), ou « en opposition » (pathologique). Ce modèle biologique de maturation est vu comme une condition et non comme un stade de vie (Smith & Ivnik, 2003). Lors de la vieillesse, principalement après la 7^e décennie, l'installation de nombreuses affections et maladies peut apparaître. Avec cette vision dyadique, une grande proportion de personnes âgées est pour ainsi dire « pathologique ».

La perspective développementale présente donc une vision plus optimiste du vieillissement. Ainsi, le concept de vieillissement peut être quantifié par des mesures psychométriques. Il permet d'inclure l'ensemble des personnes âgées (Blanchet, McCormick, Belleville, Gély-Nargeot, & Joannette, 2002). Plutôt que de parler du

vieillissement au singulier, ce modèle expose plusieurs sortes de vieillissements : a) le vieillissement optimal; b) le vieillissement réussi; c) le vieillissement normal; ou d) le vieillissement pathologique (Gély-Nargeot, Mure, Guérin-Langlois, Martin, & Descours, 2000; Joanette, Belleville, Gély-Nargeot, Ska, & Valdois, 2000).

Selon Blanchet et al.(2002), le vieillissement optimal renvoie aux personnes âgées qui ont des performances de hauts niveaux, voire supérieures à une population plus jeune. Ces personnes, même très avancées en âge, demeurent très actives.

Le vieillissement réussi représenterait des individus qui ont une bonne capacité d'adaptation face aux changements liés à l'âge. Ces personnes maintiendraient un bon niveau d'activité qui leur procurerait une qualité de vie satisfaisante.

Le vieillissement normal renvoie aux performances et aux niveaux d'activités obtenus par la majorité des personnes selon leur groupe d'âge.

Finalement, le vieillissement dit pathologique est défini par le fait d'être atteint d'un trouble ou d'une maladie associée à l'âge, ou par le fait de présenter des troubles d'adaptation reliés à cette pathologie. Cela expliquerait ainsi la performance qui serait déficitaire et suffisamment grave pour entraîner chez des personnes une altération au fonctionnement social et professionnel par rapport au niveau de fonctionnement antérieur.

En se référant à ce modèle, les personnes âgées aux prises avec un DCL se retrouveraient en position intermédiaire entre le vieillissement normal et le vieillissement pathologique.

Le déficit cognitif léger lié au vieillissement : évolution du concept

L'un des enjeux majeurs des intervenants qui travaillent dans le domaine du vieillissement, autant en clinique qu'en recherche, est de détecter la démence avant même qu'elle ne soit confirmée. Pour ce faire, il est essentiel d'élaborer des critères qui permettent de mieux décrire le fonctionnement cognitif des personnes âgées qui sont à risque de développer une démence, c'est-à-dire les personnes présentant un DCL. Dans cette optique, depuis quelques années, plusieurs cliniciens et chercheurs ont proposé différentes définitions du DCL. Malgré ces efforts, les procédures d'identification des personnes ayant un DCL demeurent encore insatisfaisantes, car elles ne permettent pas toujours de distinguer un tableau clinique clair et spécifique des modifications liées au vieillissement normal ou au vieillissement pathologique (Blanchet et al., 2002).

Il existe plusieurs façons d'identifier les personnes âgées sans démence qui présentent des altérations au niveau des capacités cognitives, les DCL. Cependant, deux classifications retiennent particulièrement notre attention, car elles sont les plus couramment utilisées. La première méthode de classification repose sur des échelles ordinales. La seconde se base sur des descriptions syndromiques des troubles cognitifs liés à l'âge.

Classification des personnes DCL selon des échelles ordinales

Cette méthode, qui se base en outre sur des entretiens semi-structurés, permet de catégoriser l'individu selon une échelle allant de l'« état normal » à la « démence sévère ». L'échelle de détérioration globale de Reisberg (Reisberg, Ferris, de Leon, & Crook, 1982), échelonnée sur sept stades, en est un bon exemple. Les personnes présentant un déclin cognitif léger avec un trouble mnésique objectivé se situent au troisième stade de cette échelle. Une autre échelle de ce type est l'échelle clinique de la démence (Hughes, Berg, Danziger, Coben, & Martin, 1982). Celle-ci s'étend sur cinq stades. À cette échelle, les stades de dégradation touchent les fonctions mnésiques, mais également d'autres fonctions cognitives complexes. Ainsi, le stade 0,5 ou « démence questionnable » renvoie aux personnes âgées qui présentent des oublis légers.

Classification des personnes DCL selon la description syndromique des troubles cognitifs liés à l'âge

Cette approche remonte à Kral (1958) qui différenciait l'oubli malin (MFG, *Malignant Senescence Forgetfulness*) de l'oubli bénin (BSF, *Benign Senescent Forgetfulness*) par un dysfonctionnement progressif de la mémoire au cours du vieillissement normal. Crook, Bartus, Ferris et Whitehouse (1986) ont amélioré ce concept en définissant les « troubles cognitifs de la personne âgée » avec des critères plus objectifs. En effet, le concept « d'âge associé à un affaiblissement mnésique » (AAMI, *Age-Associated Memory Impairment*¹) renvoyait, selon ces auteurs, aux personnes âgées de plus de 50 ans qui se plaignent de troubles de mémoire et chez qui le

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation AAMI.

déclin est objectivé, par un résultat à un test mnésique standardisé, à partir d'un écart-type¹ (*ÉT*) sous la moyenne.

Inspirées de ces travaux, d'autres terminologies sont venues s'ajouter telles que le concept « d'affaiblissement cognitif conséquent à l'âge » (ACMI, *Age-Consistent Memory Impairment*) de Blackford et Rue (1989) ainsi que le concept de « grands oublis de la vie tardive » (LLF, *Late-Life Forgetfulness*) de Schröder et al. (1998). Dans le même ordre d'idées, Petersen et al. (1999) ont proposé la définition de *Mild Cognitive Impairment* (Déficit Cognitif Léger - DCL) en établissant des critères qui renvoient à un affaiblissement mnésique, par rapport au groupe d'âge, en présence d'un fonctionnement cognitif général normal (Blanchet et al., 2002; de Jager & Budge, 2005).

Il est important de souligner ici que ces définitions ont mis l'emphase sur le domaine de la mémoire. En 1994, l'Organisation mondiale de la santé (1994) avait toutefois défini différemment le DCL. En effet, à ce moment, le concept « déclin cognitif léger » suggérait de s'intéresser à l'ensemble des déficits cognitifs chez la personne âgée en tenant compte des plaintes subjectives rapportées par un proche. Dans cette lignée, d'autres concepts ont été proposés tels que le « déclin cognitif relié à l'âge » (ARCD, *Age-Related Cognitive Decline*) que l'on retrouve au DSM-IV (1996); celui-ci ayant été remplacé par « les troubles neurocognitifs légers » (*Mild Neurocognitive Disorder*) dans le DSM-V (APA, 2013). De son côté, l'Association internationale de

¹ À partir de ce point, nous utiliserons *ÉT*.

psychogériatrie a proposé le terme de « vieillissement associé au déclin cognitif » (AACD, *Aging-Associated Cognitive Decline*) selon les travaux de Levy et Working Party of the International Psychogeriatric (1994) qui avaient défini ce trouble par un déclin cognitif chez la personne âgée qui pouvait également se présenter au niveau de plusieurs sphères cognitives. Dans le même ordre d'idées, en 2003, le groupe Stockholm a suggéré que le construit de DCL puisse inclure l'affaiblissement dans d'autres domaines cognitifs que la mémoire, soit un déclin dans : a) les habiletés visuospatiales; b) la vitesse du traitement de l'information; c) le langage; d) l'attention; et e) les fonctions exécutives (Winblad et al., 2004). D'ailleurs, les études subséquentes ont appuyé cette idée de déclin autre que dans la mémoire en démontrant que le déclin cognitif chez les personnes DCL pouvait effectivement toucher différentes sphères cognitives (Belleville, Chertkow, & Gauthier, 2007; Brooks, 2006; Dannhauser et al., 2005; Nordlund et al., 2005; Okonkwo, Wadley, Ball, Vance, & Crowe, 2008; Traykov et al., 2007; Wiseman Griesing, 1999; Zhang, Han, Verhaeghen, & Nilsson, 2007).

En somme, le vieillissement de la population est une réalité inévitable qui, par le fait même, est associé au risque de développer une démence telle que la maladie d'Alzheimer¹ (MA); celle-ci étant la forme la plus courante de démence. Ceci nous amène à nous questionner sur les changements reliés à cette étape de vie, comme par exemple, à vouloir comprendre l'impact du vieillissement sur le fonctionnement cognitif des personnes âgées. Pour ce faire, le modèle développemental est davantage retenu

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation MA.

dans la présente thèse puisqu'il renvoie à une image moins limitative du vieillissement. En effet, ce modèle permet d'observer l'ensemble des personnes âgées sur un continuum entre le vieillissement normal et pathologique. Le DCL se retrouverait donc en position intermédiaire sur ce continuum. Ainsi, ce modèle nous donne un cadre de référence pour évaluer le fonctionnement cognitif des personnes âgées par des mesures objectives.

Malgré qu'il y ait plusieurs controverses sur la façon de définir le DCL, les auteurs précédents s'entendent pour dire que ces personnes doivent présenter minimalement des atteintes au niveau de la mémoire. Par contre, elles peuvent également avoir des altérations dans d'autres domaines cognitifs. Il est donc important de raffiner davantage le construit de DCL afin d'augmenter la probabilité de détecter précocement les personnes qui en souffrent (Gauthier et al., 2006), d'où l'importance de la présente étude et de poursuivre les recherches en ce sens.

Données épidémiologiques sur le vieillissement de la population

Le vieillissement de la population est une caractéristique démographique dominante dans les pays industrialisés. En effet, comme pour les autres pays, la population canadienne connaîtra une accélération du vieillissement au cours des prochaines années. La proportion de personnes âgées passera de 23 à 25 % en 2031 pour atteindre 25 à 30 % en 2056, comparativement à 13 % en 2005 (Statistique Canada, 2009). Le nombre de personnes de 65 ans et plus aura augmenté à lui seul de 1,5 million. Comme le rapporte l'Institut de la statistique du Québec (2009), le poids démographique des

personnes âgées au Québec doublera et passera de 14 % en 2006 à 28 % en 2056. En ce qui concerne les personnes très âgées (80 ans et plus), elles connaîtront une forte hausse, car environ 1 Canadien sur 10 sera âgé de 80 ans et plus en 2056, comparativement à 1 sur 30 en 2005. Il est également rapporté que le nombre de personnes âgées aura dépassé le nombre d'enfants (0 à 14 ans) vers les années 2015. Il passera de 8,9 à 9,4 millions pour les personnes âgées de plus de 65 ans et de 4,8 à 6,6 millions pour les jeunes, une première dans l'histoire du Canada (Statistique Canada, 2009).

L'espérance de vie a également augmenté entre 1985 et 2008, soit de 79,7 à 83,26 ans pour les femmes et de 72,2 à 78,61 ans pour les hommes (Institut de la statistique Québec, 2009). En ce sens, puisque les personnes âgées vivent plus longtemps et que le risque d'apparition de démence augmente avec l'âge, les prévisions épidémiologiques laissent augurer une augmentation importante de cas de démence et d'autres maladies connexes dans le futur.

En effet, selon la Société Alzheimer, le nombre de personnes atteintes de démence est appelé à doubler. Cinq cents mille Canadiens seraient présentement atteints de la MA ou d'une maladie apparentée, et d'ici 25 ans, ce nombre devrait atteindre de 1 à 1,3 million. Parmi les personnes actuellement atteintes de démence, 71 000 d'entre elles auraient moins de 65 ans, environ 50 000 auraient moins de 60 ans et il y aurait 1 personne sur 11 chez les 65 ans et plus. Au Québec, 72 % de personnes atteintes de la MA seraient des femmes (Société Alzheimer du Canada, 2009).

Incidence et prévalence du déficit cognitif léger

Tel que cela a été décrit précédemment, plusieurs approches ont été proposées et appliquées pour décrire la forme légère d'affaiblissement cognitif chez les personnes âgées. Malgré ces efforts, le défi demeure toujours actuel comme l'ont décrit Ward, Arrighi, Michels et Cedarbaum (2012) en reflétant qu'une des limites qu'ils avaient rencontrées pour déterminer le niveau d'incidence et de prévalence du DCL était le manque de consensus sur sa définition. En effet, ces auteurs ont fait une revue des écrits scientifiques publiés depuis 1984 afin de déterminer le taux d'incidence et de prévalence du DCL. Dans leur démarche, 3705 publications ont été identifiées et 42 ont été retenues pour analyse. Parmi ces études, 35 avaient des données sur la prévalence et 13 sur l'incidence, à travers lesquelles quatre types de diagnostics sont ressortis de façon prédominante : l'affaiblissement cognitif sans démence (CIND, *Cognitive Impairment no Dementia*), le DCL, les déficits cognitifs légers de type amnésique (aMCI, *amnestic Mild Cognitive Impairment*) et l'AAMI. Pour les DCL, des écarts allant de 21,5 à 71,3 par 1000 personnes par année ont été répertoriés dans les différentes études. Pour les aMCI, les écarts allaient de 8,5 à 25,9 par 1000 personnes par année. En regard du niveau de prévalence, les auteurs ont trouvé des taux variant de 3,6 à 38,4 % pour les AAMI; de 5,1 à 35,9 % pour les CIND; de 3 à 42 % pour les DCL; et de 0,5 à 31,9 % pour les aMCI. Les auteurs de l'étude ont expliqué la grande variabilité des résultats par le manque d'homogénéité du concept de « déclin cognitif léger lié à l'âge », par les différentes méthodes utilisées par les différents auteurs, dont les méthodes

d'échantillonnage et les mesures psychométriques utilisés pour poser le diagnostic de DCL.

À la lumière de toutes ces informations, il n'est donc pas surprenant de constater une controverse lorsqu'il s'agit d'établir le taux de conversion d'un état de DCL à celui d'un état de démence. Malgré tout, plusieurs études récentes ont tout de même rapporté des taux de conversion se situant entre 10 et 15 % par année (Bozoki, Giordani, Heidebrink, Berent, & Foster, 2001; Bruscoli & Lovestone, 2004; Fisk, Merry, & Rockwood, 2003; Morris et al., 2001; R. C. Petersen et al., 1999; Ritchie, 1997), comparativement à des taux de 1 à 2 % pour les personnes âgées qui présentaient des fonctions cognitives intactes (Morris et al., 2001; Petersen et al., 1999; Ritchie, 1997). Néanmoins, tous s'accordent pour dire que le taux de conversion vers une démence est considérablement plus élevé chez les personnes DCL que chez les personnes âgées en bonne santé cognitive, d'où les préoccupations liées à la santé des personnes âgées. À cet effet, l'évolution la plus commune du DCL demeure la maladie d'Alzheimer, les démences à corps de Lewy, les démences vasculaires et les démences frontotemporales (Apostolova & Cummings, 2008). Bien qu'il y ait un lien évident entre DCL et démence, il y a tout de même un nombre significatif de cas de DCL qui ne progressera pas en démence ou qui, au fil des ans, retrouvera un fonctionnement cognitif normal (Apostolova & Cummings, 2008; Kirk, 2008).

Le déficit cognitif léger : approches évaluatives et dysfonctions cognitives

Dans la section qui suit, nous allons vous présenter le cadre conceptuel, c'est-à-dire les bases théoriques sur lesquelles s'appuie la présente recherche. Pour ce faire, nous allons vous présenter les controverses portant sur la démarche diagnostique du DCL. Par la suite, nous vous parlerons de la contribution des deux approches évaluatives les plus couramment utilisées pour identifier les personnes DCL. Nous allons également définir ce que sont les fonctions attentionnelles et exécutives et démontrer qu'elles peuvent être altérées chez les personnes avec DCL.

Controverses sur les procédures d'identification et d'évaluation du DCL

Critères diagnostiques du DCL. Les critères diagnostiques de base du DCL qui sont régulièrement utilisés en recherche et en clinique sont ceux de Petersen et al. (1999). Selon ces auteurs, la personne avec un DCL doit présenter :

- des plaintes mnésiques subjectives corroborées par un proche;
- les troubles de la mémoire doivent être objectivés par des tests psychométriques, c'est-à-dire que les performances aux tests doivent se situer sous ce qui est attendu par rapport au groupe de référence de la personne évaluée;
- la personne doit également présenter un fonctionnement cognitif normal dans les autres sphères cognitives;
- elle ne doit pas présenter de difficultés fonctionnelles dans sa vie de tous les jours;

- ni de troubles psychiatriques ou neurologiques;
- elle ne doit pas répondre aux critères de la démence.

Dans les efforts de développer une plus grande précision diagnostique et de réduire l'hétérogénéité dans la définition et l'utilisation du terme, le concept de DCL a été par la suite subdivisé en sous-catégories par (Petersen, 2004) :

- **Le DCL amnésique** (DCLa¹) qui amène seulement un affaiblissement dans la sphère mnésique;
- **Le DCL multiples domaines** (DCLmd²) caractérisé par un affaiblissement dans plusieurs domaines cognitifs, incluant la mémoire;
- **Le DCL non amnésique simple domaine** (DCLsd³) qui présente une atteinte d'une fonction cognitive, autre que la mémoire;
- **Le DCL non amnésique et multiples domaines** (DCLna⁴) qui renvoie à des atteintes dans plus d'un domaine de la cognition, mais autre que la mémoire.

Selon certains auteurs, les individus avec DCLa progresseront probablement vers une MA, tandis que ceux avec un DCLna progresseront davantage vers un autre type de démences (Apostolova & Cummings, 2008). Cependant, il est important de noter que cette sous-classification du DCL n'est pas universellement acceptée dans les écrits scientifiques actuels. En effet, d'autres auteurs ne tiennent pas compte de ces sous-

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation DCLa.

² À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation DCLmd.

³ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation DCLsd.

⁴ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation DCLna.

catégories. Par ailleurs, d'autres auteurs questionnent aussi le seuil psychométrique à utiliser pour identifier la présence d'un DCL. En effet, certains ont choisi une limite de $-1,0 \text{ } \acute{E}T$ sous la moyenne par rapport au groupe de référence de la personne évaluée, cela étant ajusté selon l'âge et le niveau d'éducation, sur les tests neuropsychologiques, tandis que d'autres ont utilisé un seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ (Kirk, 2008; Lee et al., 2008).

Cette large différence dans les critères pour identifier les personnes DCL pose un défi significatif pour notre compréhension de cette problématique liée au vieillissement. Améliorer, opérationnaliser et standardiser les définitions et les outils d'évaluation permettrait d'avoir un langage commun, de mener à une meilleure identification des personnes présentant un DCL, de mieux comprendre le passage d'un DCL vers la MA ou d'autres démences apparentées. Par le fait même, cela permettrait d'intervenir plus précocement et adéquatement auprès de ces personnes.

L'évaluation du DCL. Tel que rapporté précédemment, plusieurs controverses sur l'identification des personnes qui présentent un DCL ont été soulevées suite à la lecture des écrits scientifiques. Pourtant, plusieurs auteurs s'entendent pour dire qu'un consensus sur la définition du DCL est une condition importante à l'établissement du diagnostic (Blackburn, Walters, & Harkness, 2011; Coen, Cahill, & Lawlor, 2011; Nasreddine et al., 2005). Le choix des outils d'évaluation vient en sorte déterminer ces conditions et doit être pris en considération dans cette démarche. Nous allons maintenant vous décrire les deux façons couramment utilisées pour procéder à l'évaluation des

fonctions cognitives déficitaires et qui permettent de mener au diagnostic de DCL. Il s'agit des critères de Petersen al. (1999) et de l'utilisation de tests de dépistage.

Les critères de Petersen et al. (1999). Comme cité auparavant, une des façons couramment utilisées pour identifier les personnes avec DCL est d'opter pour les critères de Petersen et al. (1999). Rappelons ici que sur la base de ces critères, les troubles de mémoire doivent être objectivés par un test mnésique standardisé souvent issu du bilan neuropsychologique. De plus, pour avoir le diagnostic de DCL, les personnes doivent obtenir des résultats qui se situent sous la moyenne par rapport à leur groupe de référence. Par rapport à ce dernier critère, plusieurs recherches ont adopté un score de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ sous la moyenne aux tests psychométriques, par rapport au groupe de référence de la personne évaluée, comme seuil pour déterminer les personnes ayant ou non un DCL (Nelson & O'Connor, 2008).

L'administration de tests mnésiques standardisés qui permet de répondre aux critères de Petersen et al. (1999) est souvent réalisée par un neuropsychologue. La réalité clinique actuelle est que l'accès aux neuropsychologues est limité puisque ces cliniciens se retrouvent souvent dans des cliniques de la mémoire ou dans des cliniques spécialisées, des soins dits tertiaires et plus difficilement accessibles; d'où l'intérêt de développer des évaluations courtes, simplifiées et pouvant être administrées par un plus large éventail de cliniciens.

Les évaluations de dépistage. Il existe plusieurs outils de dépistage pour évaluer la démence. Le *Mini-Mental State Examination* (MMSE¹) (Folstein et al., 1975) est un des plus utilisés par les médecins et cliniciens. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'évaluer le fonctionnement cognitif des personnes afin d'identifier s'il y a présence ou non d'un DCL, le MMSE n'est pas recommandé puisque la plupart des individus obtiennent des résultats au-dessus de 26 sur 30, ce qui les qualifie de « normaux » (Nasreddine et al., 2005). Cet outil n'est donc pas assez sensible pour détecter ce type de pathologies. C'est pour pallier à cette problématique que Nasreddine et al. (2005) ont développé le *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA²).

Comme le démontre l'étude réalisée en 2004 auprès de 277 personnes qui comparait ces deux outils de dépistage, le MoCA est apparu comme étant un meilleur outil pour évaluer le DCL. En effet, cette étude effectuée auprès de 94 patients DCL, 93 patients avec MA et 90 participants contrôles (CN³), dont la moyenne d'âge variait selon le groupe entre 72,84 et 76,72 ans, a démontré une meilleure sensibilité pour le MoCA que pour le MMSE. Ainsi, le taux de sensibilité obtenu pour les CN était de 87 % pour le MoCA et 100 % pour le MMSE. Par contre, pour le groupe DCL, le MoCA avait un taux de sensibilité de 90 % comparativement à 18 % pour le MMSE. Finalement, chez les MA, un taux de sensibilité de 100 % a été obtenu avec le MoCA comparativement à 78 % avec le MMSE.

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation MMSE.

² À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation MoCA.

³ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation CN.

L'approche neuropsychologique traditionnelle versus l'approche écologique

L'évaluation neuropsychologique traditionnelle ou classique (papier/crayons) permet, à l'aide de tests standardisés, de tracer le profil cognitif d'une personne autant au niveau de ses forces que de ses difficultés. Par contre, souvent, elle ne reflète pas la réalité quotidienne de la personne et ce qu'elle est en mesure d'accomplir. En effet, l'évaluation neuropsychologique traditionnelle permet difficilement de prédire le fonctionnement quotidien de l'individu, et tout particulièrement lorsque les résultats aux tests ressortent normaux ou avec de légers déficits (Sbordone, 2008). Le manque de validité écologique est d'ailleurs l'une des principales critiques de cette approche.

Chez la personne âgée, il est primordial d'évaluer les difficultés cognitives afin de préciser le retentissement de ces troubles sur les activités de la vie quotidienne; d'autant plus que l'association de déficits cognitifs et de leur retentissement sur l'autonomie fonctionnelle permet de poser le diagnostic de MA. Actuellement, les scores aux épreuves cliniques et neuropsychologiques « classiques » ne sont pas toujours bien corrélés au retentissement sur l'autonomie, entre autres à cause de l'environnement et de la personne qui sont fortement contrôlés lors de l'évaluation. Comme l'ont rapporté Peskine, Couturier et Verny (2006), c'est souvent à cause de nombreux stimuli qui se présentent en même temps dans la vie réelle que la personne présentera des difficultés dans la réalisation de ses activités. Par exemple, la personne se rend à sa chambre pour aller chercher un gilet. Sur son parcours, elle éteint la radio qui joue, puis elle regarde son chat qui miaule car il veut de la nourriture. Elle ramasse le bol et nourrit l'animal.

Arrivée à sa chambre, elle se demande « mais qu'est-ce que je suis venue faire ici? ». En réalité, elle a été distraite par ces différents stimuli. Un autre exemple qui est plus dangereux est d'oublier une casserole sur le feu après avoir répondu au téléphone. Inversement, il peut aussi s'agir de personnes qui présentent une nette détérioration au bilan neuropsychologique mais chez qui l'on n'observe pas de perturbations dans les activités de la vie quotidienne. Prenons ici l'exemple d'une personne qui habite depuis 30 ans dans le même appartement (environnement). L'évaluation neuropsychologique révèle des troubles d'organisation et de planification. Toutefois, ces troubles ne s'observent pas dans le quotidien de la personne puisqu'une routine de vie est établie.

Ainsi, les tâches classiques ne conviennent pas tout à fait à l'évaluation des fonctions cognitives en vie quotidienne, car elles sont très structurées et se déroulent dans un environnement idéal. Ainsi, il est difficile de généraliser dans la vie de tous les jours la performance obtenue aux tests classiques, car ces tests ne reflètent pas les difficultés réelles rencontrées dans l'environnement quotidien de la personne, qui se veut un milieu beaucoup plus complexe, non structuré, bruyant, et comprenant plusieurs sources de distractions (Sbordone, 2008).

Tant qu'à l'approche neuropsychologique dite écologique, celle-ci se définit comme la représentativité d'un test avec des situations du quotidien (Marchal, Chevignard, Laurent-Vannier, & Quentin, 2006). Née à la fin des années 1980, elle est issue de la préoccupation de divers cliniciens et chercheurs à développer des tests

neuropsychologiques ayant une plus grande validité écologique. Selon Marchal et al. (2006), elle vise le raffinement des mesures traditionnelles, notamment en identifiant les besoins de l'individu dans la vie quotidienne. Afin de répondre à ces nouvelles exigences, le neuropsychologue est appelé à émettre des recommandations en considérant le fonctionnement réel de l'individu et à évaluer les répercussions de ses déficits dans des situations quotidiennes (Chevignard, Taillefer, Picq, Poncet, & Pradat-Diehl, 2006). Ainsi, les tests développés selon cette approche ont été conçus avec un souci de simuler des situations naturelles (Chevignard et al., 2006; Marchal et al., 2006). Avec l'arrivée des nouvelles technologies, il est maintenant possible de créer ce type de tâche et les tests en réalité virtuelle (RV¹) sont proposés, entre autres pour tenter de répondre à ces besoins.

La réalité virtuelle

La RV est une simulation informatique interactive, immersive, visuelle et sonore qui permet de naviguer et d'interagir dans des environnements tridimensionnels « 3D ». Cette approche est dite écologique puisqu'elle reproduit un environnement simulant certains aspects de la vie réelle, par exemple un appartement virtuel. En effet, dans ce type d'environnement, par l'immersion en RV, la personne doit réaliser une tâche tout en ayant l'impression d'être assise dans un salon, comparativement aux tests neuropsychologiques traditionnels qui se font dans le bureau de l'évaluateur à l'aide de tests de type papiers/crayons ou d'ordinateurs traditionnels.

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation RV.

Il faut dire que l'utilisation de la RV, autant en évaluation qu'en intervention, est une démarche relativement nouvelle. En effet, il existe encore peu d'environnements, de procédures d'intervention, de méthodes d'évaluation ou de recherches dans le domaine de la neuropsychologie qui se font à l'aide de ce matériel.

Malgré tout, il existe aujourd'hui des applications en RV qui sont développées, entre autres dans certains domaines cognitifs tels que les processus de l'attention (Parsons, Rizzo, McGee, & Buckwalter, 2005; Rizzo et al., 2006) et les fonctions exécutives (Baumgarther, Valko, Esslen, & Janckle, 2006; Elkind, Rubin, Rosenthal, Skoff, & Prather, 2001). La RV est donc une nouvelle technologie interactive qui permet de simuler des environnements plus réalistes, car elle reproduit des situations plus près du vécu quotidien de la personne. Ainsi, l'observation du comportement des personnes mises dans de tels environnements permettrait de relever des déficits cognitifs qui passeraient inaperçus dans les tests neuropsychologiques traditionnels (Seron, 2009). À titre d'exemple, Pugnetti et al. (1998) ont comparé un groupe de personnes cérébrolésées à un groupe contrôle. Ils ont utilisé le *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST) traditionnel et un test de navigation en RV qui demandait aux participants de sélectionner les bonnes portes dans l'environnement virtuel, et ce, avec les mêmes principes sous-jacents au WCST. La tâche de navigation en réalité virtuelle a permis de mieux identifier les personnes qui présentaient des erreurs de persévération.

La RV permettrait d'évaluer avec plus de précision le fonctionnement cognitif des individus à l'aide d'indicateurs fiables, c'est-à-dire le temps de réponse, les mouvements oculaires, l'impulsivité, etc., et cela, à travers une activité cognitive réalisée dans un environnement plus réaliste et ainsi proposer une réponse critique faite aux tests traditionnels (Déjos, Sauzéon, & N'Kaoua, 2012). En résumé, la RV utilisée comme outil d'évaluation neuropsychologique permet de réaliser des tâches plus contrôlées, paramétrées, écologiques, sécuritaires, standardisées et ludiques (Rizzo, Schultheis, Kerns, & Mateer, 2004).

Afin de mieux saisir où en est le développement des connaissances sur l'utilisation de la RV auprès de la clientèle visée par la présente recherche, le lecteur trouvera plus loin dans ce chapitre une revue des travaux qui portent sur cette problématique. Au préalable, nous vous présenterons dans les prochains paragraphes ce que sont les fonctions attentionnelles et exécutives. Le lecteur verra également comment ces fonctions sont altérées chez les personnes ayant un DCL; d'où l'importance d'évaluer ces processus pour en améliorer le dépistage.

Les fonctions attentionnelles et exécutives

La *mémoire de travail* (MdT¹) se définit comme un système de capacité limitée permettant l'emmagasinage et la manipulation temporaire de l'information nécessaire à l'accomplissement de tâches complexes telles que la compréhension, l'apprentissage et

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation MdT.

le raisonnement. Elle jouerait un rôle important lors d'activités complexes et serait considérée comme une composante du fonctionnement exécutif (Baddeley, 2000).

À son origine, le modèle de la MdT de Baddeley a été conçu pour remplacer le concept d'une capacité unitaire de la mémoire à court terme. Initialement, la MdT était composée de trois éléments : le calepin visuospatial et la boucle phonologique qui sont sous la coordination du système de contrôle exécutif, soit l'administrateur central. Par la suite, ce modèle a été révisé afin d'y ajouter une nouvelle composante, soit le buffer épisodique (Baddeley, 2000, 2002) qui sert à optimiser l'utilisation de la mémoire de travail et qui facilite la consolidation des informations en mémoire à long terme.

L'administrateur central est un système attentionnel qui peut se diviser en quatre fonctions : 1) il permet d'être attentif à un stimulus tout en inhibant les « distracteurs » (stimuli) non pertinents (attention sélective/inhibition). Ainsi, un déficit de l'attention sélective résulterait en des actions qui seraient fortement influencées par les distractions et les pensées intrusives; 2) il permet d'accomplir des tâches multiples simultanément (doubles tâches) ou de coordonner des tâches concurrentes, en distribuant adéquatement les ressources disponibles en MdT sur ces diverses tâches; 3) il consiste en la capacité de partager son attention et son schéma de réponses. Il permet de passer d'une stratégie à une autre par la flexibilité mentale (*shifting*). Ainsi, une déficience de ce système amènerait de la rigidité dans la performance et la présence de comportements de persévération; et 4) il permet l'activation de façon sélective et temporaire des

représentations de la mémoire à long terme, entre autres pour pouvoir répondre aux demandes environnementales (Baddeley, 2002).

Le modèle proposé par Shallice (1982) et Shallice et Burgess (1991) pour expliquer le contrôle attentionnel du FE serait l'équivalent d'un système de programmation, de régulation et de contrôle de l'activité des différentes étapes de gestion de l'information (Parasuraman, 2000). Il existerait deux processus responsables qui auraient des caractéristiques bien distinctes. Le premier, le gestionnaire de conflits est un processus automatique et inconscient. Ce sont les schémas de pensées et d'actions automatiques d'un individu. Ces schémas sont activés ou inhibés selon les circonstances qui agissent sous l'influence de stimuli environnementaux. Ainsi, dans des situations routinières, familières ou dites de bas niveau, le gestionnaire de conflits inhibe les schémas en concurrence. Le second, le Système Attentionnel Superviseur (SAS¹) est impliqué lors de situations complexes ou imprévues. Ce mécanisme de haut niveau a le contrôle sur le gestionnaire de conflits. Il gère de façon consciente et délibérée la planification des actions et les situations nouvelles qui ne peuvent pas être traitées par des schémas connus, il inhibe (arrête) les schémas inappropriés et il résout les problèmes inhabituels en changeant de stratégies ou en créant de nouveaux schémas (Friedenberg & Silverman, 2012; Parasuraman, 2000; T. Shallice, 1982).

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation SAS.

Selon Shallice (1982), le SAS fait appel à des processus de contrôle volontaire et sélectif. Ainsi, l'attention sélective est l'action de se centrer volontairement sur un stimulus spécifique, tout en inhibant les stimuli environnants non pertinents (schémas). Elle est donc sollicitée dans des tâches de temps de réaction de choix et encore plus dans les tâches où apparaissent des inputs sensoriels distracteurs. L'attention sélective renvoie à la capacité d'inhiber certains distracteurs au profit des autres inputs encore plus importants pour réaliser la tâche en cours. Quant à l'attention divisée, elle consiste en cette capacité qu'a l'individu de traiter simultanément plusieurs sources de stimuli pertinents. Finalement, le SAS est également mobilisé dans des tâches dites de flexibilité mentale. Selon Shallice et Burgess (1993), le SAS solliciterait les lobes frontaux et plus spécifiquement le cortex préfrontal.

En définitive, la MdT peut être vue comme un système qui implique le contrôle attentionnel et exécutif (Baddeley, 1986; Baddeley & Hitch, 1994; Shallice, 1982; Shallice & Burgess, 1991). Ainsi, les fonctions exécutives¹ (FE) existent sur un continuum avec l'attention comprenant : a) l'attention sélective; b) la capacité à résister à l'interférence; c) la flexibilité cognitive; d) la prise de décision; e) l'initiation/l'inhibition; f) la pensée abstraite; et g) la planification.

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation FE.

Les fonctions attentionnelles et exécutives chez les personnes avec DCL

Les recherches réalisées au cours des dernières années, auprès des personnes présentant un DCL, ont particulièrement mis l'emphase sur les déficits de la mémoire épisodique (Rabin et al., 2006). Cependant, plusieurs études subséquentes ont démontré que d'autres domaines cognitifs pouvaient être atteints. En effet, outre les atteintes du langage et des fonctions visuospatiales, il a été démontré que la vitesse de traitement de l'information visuelle était aussi réduite chez les DCL (Bonney et al., 2006; Okonkwo et al., 2008).

De plus, étant donné que la mémoire est hautement dépendante des processus attentionnels, un déficit de l'attention peut augmenter les difficultés d'encodage et de récupération de l'information (Nelson & O'Connor, 2008). Ainsi, une étude prospective chez les personnes âgées ayant des plaintes mnésiques a démontré qu'une diminution aux résultats des tests verbaux de mémoire, en rappel différé et aux tests d'attention, était corrélée avec une haute fréquence de conversion en MA (Visser, Verhey, Ponds, & Jolles, 2001). D'ailleurs, chez les personnes avec MA légère, l'attention serait le premier domaine affecté au niveau cognitif ne renvoyant pas à la mémoire (Perry & Hodges, 1999).

D'autres recherches corroborent ces résultats. En effet, des études sur les processus attentionnels et exécutifs ont été réalisées dans les stades légers de la démence. Entre autres, il a été démontré que l'attention divisée et sélective étaient particulièrement

vulnérables, tandis que l'attention soutenue demeurerait relativement préservée (Perry & Hodges, 1999). De plus, il a été démontré que différents contrôles attentionnels étaient gravement atteints chez les personnes en début de MA tels que a) l'inhibition (Amieva et al., 2004); b) la manipulation de l'information (Belleville, Rouleau, & Van der Linden, 2006); et c) l'attention divisée (Baddeley, 1986; Belleville, Peretz, & Malenfant, 1996).

Les atteintes cognitives du contrôle attentionnel/exécutif chez les personnes atteintes de DCL semblent se placer sur un continuum entre le vieillissement normal et pathologique, du moins, c'est ce qui est rapporté dans les recherches suivantes.

Belleville et al. (2007) ont étudié les fonctions attentionnelles et exécutives auprès de personnes atteintes de DCL et de MA, dans le but d'évaluer trois processus attentionnels, soit : 1) l'attention divisée, mesurée par la tâche de Brown-Petersen : une tâche qui demande de rappeler trois lettres après un délai de 5, 10 ou 20 secondes, avec ou sans tâche interférente; 2) l'inhibition, mesurée par le test de Hayling : une tâche qui demande de faire une phrase complète avec des mots non pertinents à leur contexte; et 3) le test Alphabetical Recall qui renvoie à la capacité de manipulation mentale. Cette étude a démontré que les personnes avec MA présentaient un affaiblissement grave sur les trois composantes du contrôle attentionnel. Cependant, les personnes avec un DCL ont seulement éprouvé un affaiblissement à la tâche d'attention divisée. Les données des deux groupes ont révélé une corrélation significative entre les déficits généraux et l'affaiblissement sur les tâches de contrôle attentionnel, démontrant ainsi le déclin au

niveau du contrôle attentionnel sur le continuum DCL/MA, c'est-à-dire d'atteintes plus marquées lorsque la maladie évolue.

Une analyse sur l'attention visuelle a été réalisée auprès d'une population DCL à l'aide d'un test sur ordinateur « UFOV, *Useful Field of View* » (Edwards et al., 2005, 2006) qui mesurait trois dimensions de l'attention visuelle : simple, sélective et partagée. Cette étude a démontré une hiérarchie de l'affaiblissement attentionnel allant de la composante la moins touchée, c'est-à-dire l'attention simple, à la composante la plus affectée, soit l'attention divisée. Parmi les participants, 53 % des personnes atteintes de DCL avaient un affaiblissement de l'attention divisée comparativement à 19 % chez le groupe contrôle. De plus, une pauvre attention a été associée à un faible statut cognitif général (Okonkwo et al., 2008).

Traykov et al. (2007) ont confirmé que les participants DCL avaient des problèmes d'inhibition, de *shifting* et de flexibilité cognitive au test de Stroop et au WCST traditionnel. Dans le même sens, Ready, Ott, Grace et Cahn-Weiner (2003) ont rapporté des affaiblissements sur les fonctions exécutives à l'échelle de comportement des systèmes frontaux (FrSBe) et tout particulièrement au niveau de l'inhibition et au niveau du *shifting*, tout en mentionnant que ces atteintes ne démontraient cependant aucune répercussion sur le niveau fonctionnel des participants.

De même, Zheng et al. (2012) ont démontré chez les personnes avec un DCLa un affaiblissement au niveau de la MdT, de l'inhibition et au niveau de la flexibilité mentale comparativement aux participants CN. Des résultats similaires ont également été observés dans l'étude de Saunders et Summers (2011) réalisée auprès de personnes avec DCL et DCLa. Ces auteurs ont conclu que les deux groupes de DCL avaient présenté un dysfonctionnement au niveau des processus attentionnels, des fonctions exécutives et en MdT. Toutefois, une seconde mesure prise dix mois plus tard démontrait un déclin seulement au niveau de l'attention divisée.

Globalement, il semble donc qu'un affaiblissement de la MdT et des FE soit régulièrement rencontré chez les personnes ayant un DCL. Par ailleurs, l'affaiblissement de la mémoire épisodique, associé à un affaiblissement des FE (Blacker et al., 2007; Robert et al., 2006) et des fonctions attentionnelles (Robert et al., 2006), serait un bon élément pour prédire la progression du DCL vers une MA.

La neuroimagerie cérébrale chez les personnes avec DCL

Des études de neuroimagerie fonctionnelle (IRMf¹) ont démontré une activation anormale des lobes frontaux chez les patients DCL pendant la réalisation de tâches sollicitant les FE, soit le Trail Making Test et le Stroop Test (Rosano et al., 2005; Saykin et al., 2004). D'ailleurs, Mc Donald et al., (2012) ont également établi une association

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation IRMf.

entre le déclin au Trail Making Test planche B et l'atrophie au niveau des régions préfrontale médiane gauche et ventrolatérale.

Dannhauser et al. (2005) ont également démontré, par leur expérimentation auprès de 10 participants présentant un DCLa et 10 personnes témoins sur une tâche d'attention divisée, une atténuation des activations corticales préfrontales et un déficit clair au niveau de l'attention divisée. Ces derniers devaient cliquer sur le bouton de la souris d'un ordinateur avec l'index droit chaque fois qu'ils voyaient la lettre cible « q » ou qu'ils entendaient le chiffre cible « 8 » qui étaient présentés parmi une série de lettres et de chiffres distracteurs. Pendant cette tâche d'attention divisée, autant chez les DCLa que chez les témoins, il a été observé à l'IRMf des activités similaires au niveau des régions de l'hémisphère préfrontal gauche s'étendant à travers le gyrus frontal inférieur [Aire de Brodmann (AdB) 44/45], le cortex préfrontal dorsolatéral (AdB46), l'insula (AdB71) et le cortex visuel extra strié bilatéral (AdB19). Toutefois, la comparaison entre les groupes a révélé une zone d'activation significativement atténuée à l'intérieur de la région préfrontale gauche (AdB44/45) chez les patients avec DCLa.

Figueredo, Balthazar et Damasceno (2008) ont présenté une étude de cas d'une dame âgée de 49 ans et onze années de scolarité. Au bilan neuropsychologique, cette femme présentait une altération significative sur les tests qui mesuraient les FE (Stroop, Trail Making, empan de chiffres, fluence verbale et go-no-go) et un bon rendement aux tâches mnésiques et perceptuelles. Cette personne avait été diagnostiquée DCLna. À

l'IRMf, elle présentait une atrophie frontale et à la tomographie d'émission monophotonique (SPECT¹), une hypoperfusion corticale modérée qui était principalement localisée dans les lobes frontaux. Des résultats similaires avaient été relevés par Kume et al. (2011) qui avaient rencontré 38 personnes atteintes d'un DCLa et avait regroupé les participants DCLmd selon leurs performances aux tests exécutifs (basses et hautes). Les résultats ont démontré que les participants qui avaient obtenu de faibles performances aux tâches exécutives présentaient une diminution de l'activation (du débit sanguin cérébral au SPECT) au niveau des régions frontolatérales gauche et médiane droite comparativement au groupe où les performances étaient élevées.

Comme nous venons de le démontrer, l'atteinte cérébrale au niveau des régions frontales est de plus en plus documentée dans les études de neuroimagerie chez notre population clinique. Toutefois, d'autres régions cérébrales seraient également sollicitées lors d'épreuves exécutives. C'est ce qui sera présenté dans les prochaines études. En effet, lors d'une tâche de MdT réalisée auprès de huit individus MCIa et huit personnes en bonne santé, les résultats obtenus ont permis de démontrer à l'imagerie spectroscopique proche infrarouge², en plus d'une diminution de concentration d'hémoglobines oxygénées dans les aires préfrontales dorsolatérales gauche, une diminution au niveau de l'aire motrice supplémentaire droite et dans la région temporale supérieure gauche. Les auteurs expliquent que les participants DCL, comparativement

¹ À partir de ce point, nous utiliserons l'abréviation SPECT.

² Cette technique mesure in vivo la concentration d'oxygène de l'hémoglobine dans les zones corticales.

aux sujets témoins, n'ont pas réussi à recruter suffisamment leurs aires cérébrales pour bien exécuter la tâche exécutive (Niu et al., 2013).

Bien que Chao et al. (2009) aient démontré une corrélation positive entre divers tests qui mesurent les fonctions exécutives et le cortex préfrontal moyen, ces auteurs observent également à l'IRM une hypoperfusion au niveau du gyrus cingulaire postérieur bilatéral et du précuneus gauche chez les DCL qui présentaient un dysfonctionnement exécutif. De même, Sánchez-Benavides et al. (2010) ainsi que Chang et al. (2010) ont observé un amincissement au niveau du lobe frontal gauche et aussi au niveau du gyrus cingulaire postérieur chez les personnes avec DCL obtenant un faible niveau de performance sur les fonctions exécutives.

Dans le même ordre d'idées, l'étude de neuroimagerie l'ADNI, réalisée auprès de 396 personnes avec DCL, 188 avec MA et 226 personnes âgées entre 55 et 90 ans et en bonne santé, a aussi relevé des altérations dans différentes zones du cerveau. Nho et al. (2012) ont effectivement observé une forte association entre les tests exécutifs et la densité de la matière grise et une association encore plus importante au niveau des lobes frontal et temporal. D'ailleurs, ces auteurs ont souligné l'importance des changements précoces au niveau des structures du cerveau chez la population DCL (Nho et al., 2012).

En conclusion, ces études soulignent premièrement le rôle indéniable des lobes frontaux lors de la réalisation d'une tâche qui sollicite les fonctions

attentionnelles/exécutives. Par le fait même, elles décrivent bien la nature des atteintes cérébrales chez les personnes atteintes d'un DCL. Ainsi, elles supportent l'idée de l'importance d'évaluer ces fonctions chez ces patients.

Deuxièmement, elles démontrent qu'il y a également de multiples aires cérébrales impliquées dans la réalisation d'une tâche cognitive complexe. Les FE seraient une macrostructure qui implique plusieurs sous-processus, tels l'attention divisée, l'inhibition, la MdT, la planification, qui travaillent en collaboration pour résoudre des situations complexes et impliqueraient nécessairement la participation des lobes frontaux. Ainsi, pour obtenir une bonne performance aux tests exécutifs, l'activation du réseau de distributions neuronales des autres régions du cerveau serait essentielle. Or, lors de ce type de tâches, les lobes frontaux auraient de multiples connexions avec les aires corticales et sous-corticales et impliqueraient plusieurs structures du SNC (Alvarez & Emory, 2006; Chang et al., 2010; Chao et al., 2009; Nho et al., 2012; Niu et al., 2013; Sánchez-Benavides et al., 2010).

Problématiques, objectifs et hypothèses

Cette dernière section vise à vous présenter la problématique, les objectifs ainsi que les hypothèses de recherche.

Les approches évaluatives du DCL : tests de dépistage et les critères de Petersen et al. (1999)

Le MoCA a été développé pour aider les cliniciens dans l'identification des DCL. Semblable au MMSE, ce test s'administre rapidement, soit en une dizaine de minutes. En plus d'être simple et rapide à administrer, il est reconnu pour évaluer un plus large éventail de fonctions cognitives que le MMSE. De plus, ce test serait plus étroitement lié au bilan neuropsychologique, car il évalue également les fonctions exécutives, telles la flexibilité cognitive, l'abstraction, la planification et l'inhibition, comparativement au MMSE (Athilingam et al., 2011). En plus de démontrer son utilité pour identifier le DCL, le MoCA a été recommandé pour détecter les troubles cognitifs auprès de d'autres populations cliniques telles que les personnes atteintes de maladies vasculaires (Godefroy et al., 2011), de la maladie de Parkinson (Gill, Freshman, Blender, & Ravina, 2008) ou de métastases au cerveau (Olson, Chhanabhai, & McKenzie, 2008).

L'étude d'origine de la validation du MoCA a démontré une sensibilité supérieure et moins d'effet plafond que le MMSE, autant pour la MA que pour le DCL (Nasreddine et al., 2005). Toutefois, quelques recherches subséquentes ont démontré, avec le seuil proposé dans l'étude initiale (< 26), que le MoCA présentait des limites pour classifier les DCL des CN. Ainsi, pour pallier à ce problème et pour améliorer sa spécificité, certains auteurs ont suggéré d'utiliser un seuil inférieur à 23, voire même inférieur à 20 (Larner, 2012; Lee et al., 2008; Luis, Keegan, & Mullan, 2009). D'autres auteurs ont aussi proposé de prendre un seuil de 23 ou moins (≤ 23) pour déterminer la présence d'un DCL (Blackburn et al., 2011; Coen et al., 2011; Lee et al., 2008; McLennan,

Mathias, Brennan, & Stewart, 2011). En effet, selon ces auteurs, si l'on abaisse le seuil de trois points, la spécificité s'améliore, variant entre 0,50 et 0,95 selon l'étude, diminuant ainsi le nombre de faux positifs. Dans le même ordre d'idées, les auteurs d'une récente étude réalisée auprès de personnes présentant une maladie cardiovasculaire ont eux aussi proposé un score global moyen plus bas que celui de l'étude de validation, soit un score de 23,36. Dans le même sens, Rossetti, Lacritz, Cullum et Weiner (2012) ont suggéré de demeurer prudent lors de l'utilisation du seuil actuellement établi par les auteurs du test.

Il faut toutefois noter que ces études réalisées pour évaluer l'efficacité du MoCA sont difficilement comparables en raison des limites méthodologiques rencontrées. Parmi ces dernières, on peut souligner le choix des critères de sélection relatifs au rendement des participants sur les tests neuropsychologiques qui ont été utilisés pour déterminer le groupe DCL. Même si plusieurs auteurs ont utilisé les critères de Petersen et al. (1999), le seuil des scores Z utilisés aux tests neuropsychologiques pour différencier les personnes avec DCL des normaux diffère selon les études. Ainsi, des auteurs ont utilisé un seuil de $-1 \text{ } \acute{E}T$ (Lee et al., 2008; Nasreddine et al., 2005), d'autres de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ (Damian et al., 2011; Nasreddine et al., 2005) et même de $-2 \text{ } \acute{E}T$ dans l'étude de Waldron-Perrine et Axelrod (2012). De plus, certains auteurs n'ont pas spécifié le score qui a été utilisé pour départager leurs groupes (Blackburn et al., 2011; Coen et al., 2011; Luis et al., 2009; McLennan et al., 2011).

En conclusion, bien que le MoCA soit démontré supérieur au MMSE pour détecter les DCL, l'utilisation d'un seuil à 26 n'est pas acceptée universellement puisqu'il semble limité pour classifier les DCL (spécificité). Par conséquent, en utilisant ce test, il y a des risques accrus de faux positifs, c'est-à-dire que des personnes sans problèmes cognitifs soient classées DCL. En ce sens, il semble que le seuil de 23 serait un critère plus juste à utiliser avec le MoCA pour identifier les cas de DCL.

Parallèlement à l'utilisation des outils de dépistage pour identifier les cas de DCL, l'utilisation des critères de Petersen et al. (1999) est régulièrement utilisé pour identifier les personnes ayant un DCL. Toutefois, comme présenté précédemment, l'analyse des différents auteurs qui préconisaient l'utilisation de tests mnésiques standardisés pour soutenir le diagnostic de DCL nous a amenés à constater qu'il n'y avait pas d'accord en ce qui a trait au seuil qu'il faut utiliser pour déterminer si le rendement de la personne se situe sous les normes attendues. Malgré cette réalité, le seuil le plus couramment utilisé demeure $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ sous la moyenne par rapport au groupe de référence. En fait, malgré que d'autres seuils sont également proposés dans les écrits scientifiques, tels qu'un score Z de $-1,0 \text{ } \acute{E}T$, le seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ serait davantage retenu car à l'image du DCL, il se situerait dans la zone frontière entre la « normalité » et la « pathologie » et, par le fait même, permettrait davantage de différencier le vieillissement cognitif normal du vieillissement pathologique (démence).

Assurément, le fait que les critères d'inclusion ne soient pas les mêmes pour déterminer les groupes normaux versus DCL (seuils différents : -1 *ÉT*, -1,5 *ÉT* et -2 *ÉT*) ou que l'on n'utilise pas les mêmes approches pour identifier ces personnes, soit les critères de Petersen et al. (1999) versus les tests de dépistage (MoCA et MMSE), d'autres limites identifiées peuvent expliquer les difficultés actuelles pour diagnostiquer les cas de DCL. Ainsi, il faut demeurer prudent lorsque l'on compare ces différentes études puisqu'elles n'utilisent définitivement pas les mêmes critères et par le fait même, elles n'évaluent pas nécessairement le même niveau d'affaiblissement cognitif. Pour ces raisons, étudier le profil cognitif des participants à l'aide du bilan neuropsychologique peut nous aider à mieux comprendre et à mieux déterminer quels seraient les critères et outils les mieux appropriés pour identifier les personnes avec DCL.

Les approches évaluatives du DCL : test traditionnel et test virtuel (écologique)

Récemment, quelques études ont été réalisées auprès de populations âgées présentant un DCL à l'aide de la RV. Toutefois, elles touchent principalement les habiletés d'orientation spatiale et la mémoire épisodique, bien que certaines études aient aussi ciblées les fonctions attentionnelles et exécutives. Ces études sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

Cushman, Stein et Duffy (2008) ont évalué les habiletés d'orientation spatiale et de rappel verbal chez des participants normaux, DCL et MA. Les résultats ont démontré chez les participants un profil similaire de navigation en RV et en navigation réelle. Les

auteurs ont également observé un affaiblissement chez les participants DCL et MA au niveau du rappel libre verbal de repères ou d'objets présents sur le parcours, et ce, dans les deux conditions de navigation (virtuelle et réelle). Cette étude est venue confirmer la valeur écologique des applications en RV ainsi que leur utilisation dans le dépistage précoce. En effet, les mesures virtuelles ont permis de classer à 85 % les personnes âgées normales de celles qui présentaient une pathologie (DCL et MA). De même, Lee et al. (2005) se sont intéressés à l'apprentissage de navigation dans une ville virtuelle et ont démontré que la performance d'apprentissage était significativement associée aux mesures visuelles et aux tests traditionnels des FE. Quant à Tippet et al. (2009), dans leur recherche sur la navigation en RV, ils ont démontré que les personnes DCL utilisaient moins efficacement le guide de navigation visuelle pour trouver le chemin approprié et qu'ils étaient significativement plus déficitaires. Toutefois, cette étude n'a pas permis de différencier le groupe DCL du groupe témoin. Ces auteurs démontrent ainsi l'importance de créer une tâche en RV qui ne soit pas trop proche des tests conventionnels.

L'apport de la RV dans le diagnostic différentiel a aussi été illustré dans l'étude de Drzezga et al. (2005). Cette étude réalisée auprès de personnes avec MA et DCL a démontré une altération plus marquée de la performance de ses patients sur le temps de navigation comparativement aux âgés témoins. D'ailleurs, ces auteurs ont couplé leur application virtuelle à la tomographie par émission de positons et ont démontré, lors de la navigation des personnes ayant un DCL, une faible activation des aires cérébrales

impliquées comparativement à une absence d'activation chez les MA ainsi qu'une altération plus importante de l'inhibition cross-modale (un mécanisme plus particulier de l'attention sélective qui se manifeste en imagerie) chez les patients MA que chez les DCL.

Plancher, Tirard, Gyselink, Nicola et Piolono (2012) ont observé, par le biais de la RV, le fonctionnement de la mémoire épisodique auprès de personnes CN, de DCLa ou présentant une MA. Les auteurs ont étudié deux situations, la première où les participants conduisaient une voiture (exploration active) et la seconde où ils étaient passagers (exploration passive). Les personnes devaient mémoriser tous les éléments de l'environnement et même ceux associés au contexte spatiotemporel. Les résultats ont démontré que les personnes MA réussissaient moins bien que les personnes avec un DCLa, et ce, de façon encore plus importante que les CN. De plus, l'évaluation de la mémoire spatiale allocentrique en RV permettait de distinguer les DCLa des CN. Finalement, ils ont également relevé des corrélations entre les troubles de mémoire rapportés au quotidien et la performance aux tests en RV et au test classique de mémoire.

Lorsque l'on regarde plus spécifiquement les recherches qui se sont intéressées à l'évaluation des fonctions attentionnelles et exécutives en RV auprès d'une population DCL, on réalise qu'elles sont peu nombreuses.

Werner, Rabinowitz, Klinger, Korczyn et Josman (2009) se sont intéressés au fonctionnement exécutif chez leurs participants DCL. Cette étude a comparé 30 patients avec DCL à 30 personnes âgées dans leur capacité de planification et d'organisation dans un supermarché virtuel. La tâche consistait à se déplacer dans le supermarché, d'acheter les sept articles qui étaient affichés sur le côté droit de l'écran et de payer à la caisse en cliquant sur le portemonnaie. Les variables mesurées étaient la distance totale parcourue, le temps total d'exécution, le nombre d'articles achetés, le nombre de bonnes actions (par exemple, choisir le bon produit) ou d'actions incorrectes (par exemple, sélectionner le mauvais produit ou de sortir du supermarché sans avoir payé), le nombre et la durée totale des pauses et le temps que le participant prenait pour payer. Les résultats ont démontré que les personnes avec DCL ont obtenu de moins bonnes performances sur l'ensemble des mesures bien que des différences significatives n'aient été observées que sur trois de ces variables. En effet, il a été démontré que les patients DCL ont pris plus de temps et ont fait un plus long trajet que les participants témoins. De plus, leurs pauses étaient plus longues. Les auteurs concluent à un dysfonctionnement exécutif chez les personnes DCL qui se traduit par des difficultés au niveau de leur capacité de planification et des stratégies utilisées.

L'étude de Wright et al. (2010) a permis d'évaluer plus spécifiquement les fonctions attentionnelles. En effet, les auteurs ont créé un nouvel outil, le DETEC, qui comporte une série de tests qui étaient présentés en RV. Le DETEC avait pour objectif de mesurer la mémoire de travail, la vitesse de réaction, l'attention simple, l'attention complexe et la

mémoire épisodique. En lien avec l'évaluation des fonctions attentionnelles, les auteurs ont créé une tâche qui consistait à présenter au participant un stimulus qui présentait de 1 à 3 caractéristiques (forme, couleur, avec une ligne orientée verticalement ou horizontalement située à l'intérieur de la forme). Pour la mesure de l'attention simple, les participants devaient identifier, à l'aide d'un écran tactile, la cible qui ne présentait qu'une seule caractéristique sur trois alors qu'ils devaient sélectionner une figure avec les trois caractéristiques dans la tâche d'attention complexe. Par exemple, ils devaient ignorer un carré bleu avec une ligne verticale intérieure et choisir un cercle bleu avec une ligne verticale intérieure. Sur ces tâches, les résultats ont démontré que les participants avec DCL avaient une plus faible performance sur le temps de réponse et sur le niveau de précision (bonnes réponses).

Finalement, à notre connaissance, aucune étude qui simule une tâche cognitive à réaliser dans un environnement de la vie réelle, tel que notre appartement virtuel que nous avons développé en collaboration avec Digital MediaWorks, soit la *ClinicaVR: Apartment Stroop*, n'a été réalisée chez les personnes âgées pour mesurer plus spécifiquement le contrôle attentionnel et exécutif. Comme il a été démontré, il est important d'évaluer le fonctionnement attentionnel/exécutif chez les personnes qui présentent un DCL (Belleville et al., 2007; Okonkwo et al., 2008; Perry & Hodges, 1999; Saunders & Summers, 2011; Traykov et al., 2007; Zheng et al., 2012) et pour ces raisons, il nous apparaît fort intéressant de les explorer à l'aide de cette nouvelle technologie. De plus, aucune étude n'a été réalisée afin de comparer une tâche virtuelle à

une tâche traditionnelle déjà existante, telle que le test de Stroop, auprès de participants avec DCL. En ce sens, la présente recherche apparaît novatrice puisqu'elle vise l'évaluation des fonctions attentionnelles et exécutives par l'utilisation du test de Stroop présenté dans un appartement virtuel chez une population âgée vivant en communauté et présentant ou non un DCL.

Objectifs

La revue des écrits scientifiques nous amène à constater que le concept de DCL est relativement récent et qu'il continue à évoluer sur le plan de sa définition. Parmi les éléments majeurs qui contribuent à la controverse, on peut certainement cibler les outils et les critères qui sont utilisés pour identifier les cas de DCL. La présente thèse s'intéresse principalement à cette question. Rappelons ici qu'il existe actuellement deux méthodes qui sont habituellement utilisées dans la pratique clinique et en recherche pour identifier les personnes DCL. La première consiste à utiliser des tests de dépistage comme le MMSE (Folstein et al., 1975). Le MMSE est le premier outil de dépistage reconnu et utilisé internationalement. Le second test de dépistage, qui est par ailleurs plus récemment utilisé, est le MoCA (Nasreddine et al., 2005). Cet outil de dépistage tente de pallier aux défauts du MMSE sur le plan de sa sensibilité au DCL. Un résultat inférieur à 26/30 sert de seuil pour chacun de ces deux outils pour identifier un cas de DCL. Néanmoins, des études récentes ont suggéré, spécifiquement pour le MoCA, qu'un seuil établi à 23/30 pourrait être plus adéquat. La seconde méthode repose sur les travaux de Petersen et al (1999) qui proposent, pour identifier un DCL, que des plaintes

de mémoire doivent être rapportées par les clients, et que celles-ci doivent être confirmées par un de leurs proches. Toujours selon ces auteurs, il est également essentiel d'objectiver un déficit de la mémoire à l'aide d'un test standardisé. Le seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ sous la moyenne par rapport au groupe de référence est le plus couramment utilisé dans les écrits scientifiques puisqu'il permet de mieux différencier la normalité de la pathologie. Finalement, afin d'augmenter sa compréhension et de déterminer quelles approches ou seuils permettent de mieux classer les personnes âgées normales de celles qui présentent un DCL, l'auteure de la présente thèse a étudié le profil neuropsychologique des participants selon l'approche choisie. Enfin, dans le contexte plus général de l'évaluation neuropsychologique, il apparaît que des questionnements émergents concernent la représentativité des performances données aux tests neuropsychologiques traditionnels du fonctionnement dans la vie de tous les jours. Une option proposée pour répondre à ce besoin est donc de développer de nouveaux tests à saveur écologique. C'est ici que la réalité virtuelle prend toute son importance, car elle permet de créer des environnements qui simulent la vie réelle et dans lesquels on peut tester les fonctions cognitives de la personne. Par cette plus grande sensibilité, un test virtuel pourrait avoir un meilleur potentiel pour détecter les atteintes cognitives liées au vieillissement que ce que peut fournir un test traditionnel. De plus, étant donné l'importance d'évaluer les fonctions attentionnelles/exécutives chez les personnes atteintes de DCL, la RV pourrait également permettre de cibler ce type de fonctions et par le fait même, voir à contribuer à l'amélioration du diagnostic du DCL.

À la lumière de tous ces écrits et recherches, deux objectifs généraux ont été fixés pour cette thèse :

- 1) Comparer différents outils et critères visant à identifier la présence d'un DCL chez une population âgée vivant dans la communauté et discuter des avantages et limites de chacun;
- 2) Dégager quelle tâche sera la plus sensible entre le Stroop traditionnel et le Stroop virtuel pour évaluer les difficultés au niveau du contrôle attentionnel/exécutif chez les personnes présentant un DCL. Il s'agit d'une étude comparative entre deux approches, soit l'approche traditionnelle et l'approche dite « écologique », ici la réalité virtuelle.

Étude exploratoire

Hypothèses

- 1) Le MoCA sera plus sensible que le MMSE pour identifier les cas de DCL;
- 2) Au MoCA, le seuil de 23 sera plus sensible que celui de 26 pour cibler les participants ayant un DCL;
- 3) Les critères de Petersen et al. (1999), associé à un test standardisé de mémoire au seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$, seront plus sensibles que les approches de dépistage pour cibler les participants ayant un DCL;
- 4) La tâche écologique de type virtuel, soit la *ClinicaVR: Apartment Stroop*, sera plus sensible que le test de Stroop traditionnel pour mesurer les déficits attentionnels et exécutifs chez les participants DCL.

Méthode

Cette partie vise à exposer la méthode. Dans un premier temps, le lecteur trouvera la description des participants, suivi des critères d'exclusion. Par la suite, viendra la présentation des différents tests. Cette section est divisée en trois parties. La première partie expose les tests qui mesurent les différents aspects qu'il fallait contrôler chez les participants avant de s'intéresser aux questions de recherche. Dans la seconde partie, suivra la présentation des tests qui visent à étudier les hypothèses de recherche qui ciblent la question du type d'approche « tests de dépistage (MMSE, MoCA) et critères de Petersen et al. (1999) » dans l'identification du DCL. La troisième partie de cette section vise à présenter les tests rattachés à la seconde partie de la thèse qui se penche sur la question de l'approche traditionnelle versus virtuelle (écologique) dans l'identification du DCL. Le présent chapitre se terminera par une présentation du déroulement de la recherche.

Participants

Au total, 108 personnes âgées en provenance de la communauté ont été recrutées pour participer à l'étude via les journaux locaux qui desservent le territoire du CSSSSL et de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Les participants devaient téléphoner pour signifier leur intérêt. Lors de l'entrevue téléphonique, le projet de recherche était brièvement expliqué et les deux rendez-vous étaient cédulés. Finalement, à la première séance, les participants devaient signer un formulaire de consentement.

Parmi ces personnes, 15 participants n'ont pas été retenus. Le lecteur trouvera la raison de ces exclusions dans la section suivante. Ainsi, 93 participants ont été retenus pour les fins d'analyse, soit 62 femmes et 31 hommes âgés entre 69 et 89 ans, dont la moyenne d'âge était de 70,80 ans avec un écart-type de 5,41 ans. Ces participants avaient un niveau de scolarité se situant entre 6 et 21 ans, avec une scolarité moyenne de 13,09 années et un écart-type de 3,66. Tous les participants étaient francophones et avaient un médecin traitant pour participer à l'expérimentation. Soulignons ici que certains groupes de participants seront créés subséquemment afin de comparer les rendements aux différentes épreuves (MMSE, MoCA et critères de Petersen et al., (1999) selon que les participants présentaient ou non les critères diagnostiques du DCL. Les participants de ces groupes seront alors appariés selon le genre, l'âge et le niveau de scolarité.

Critères d'exclusion

Pour tous les participants, les critères d'exclusion étaient : a) l'alcoolisme; b) des troubles psychiatriques ou neurologiques (p. ex. dépression sévère, épilepsie, accident vasculaire cérébral) rencontrant les critères diagnostiques du DSM-IV; c) une déficience intellectuelle; d) une maladie systémique connue qui pouvait affaiblir les fonctions cognitives; e) une anesthésie générale dans les six derniers mois; et f) un affaiblissement significatif de la mobilité. De plus, étant donné l'utilisation de tâches en réalité virtuelle, les personnes présentant g) des troubles vestibulaires; h) des troubles auditifs; i) des

troubles visuels ou visuoperceptifs importants; et j) du daltonisme, ont été également exclues de cette recherche.

Sur la base de ces critères, 15 personnes n'ont pas été retenues selon les raisons suivantes : 1 participant a été exclu en raison de difficultés techniques liées à l'enregistrement des données et à l'utilisation du matériel; 4 participants présentaient des troubles neurologiques; 1 dont le QI estimé était inférieur à 85; et un autre qui présentait une dépression sévère. De plus, sur la base des informations obtenues aux questionnaires de santé, 4 individus ont été exclus des analyses en raison de problèmes de santé importants, le tout pouvant interférer avec la performance aux tâches neuropsychologiques. Finalement, 4 autres personnes ont été retirées à cause d'un manque de motivation ou de collaboration, car cela venait invalider les tests lors de la passation.

Instruments de mesure

Mesures de contrôle

Les critères d'exclusion ont été analysés à l'aide des résultats obtenus aux tests présentés ci-dessous.

L'état de santé des participants a été évalué à l'aide du questionnaire d'évaluation multifonctionnel (MAFQ) (Lefrançois, Leclerc, & Poulin, 1995). Ce questionnaire énumère 34 problèmes de santé tels que le diabète, la haute pression artérielle, le cancer,

etc. Le participant devait répondre s'il y avait présence ou non de cette maladie et il devait noter, sur une échelle de 1 à 3, si la maladie l'empêchait de faire ses activités. Le nombre de maladies était noté ainsi que le degré d'impact.

Le questionnaire d'identification personnelle rempli lors d'une entrevue semi-structurée permettait de relever les données sociodémographiques du participant.

Mesures pour les critères de Petersen et al. (1999)

Afin d'évaluer le fonctionnement de tous les jours, l'échelle simplifiée d'activités instrumentales de la vie courante (Lawton & Brody, 1969) a été administrée à tous les participants. Ce test contient quatre sous-échelles de quatre items et évalue la capacité à utiliser un téléphone, à se déplacer par les transports, à gérer son budget et à prendre sa médication. Le participant devait répondre par 0 s'il était « autonome » et par 1 s'il « présentait une certaine dépendance ». Le score total était comptabilisé sur 4. Pour obtenir le statut « autonome », la personne devait obtenir un résultat de 0 sur 4.

Pour évaluer la présence ou non d'une démence, les participants ont été évalués à l'échelle d'évaluation clinique de la démence (Hughes et al., 1982). Cette échelle contient six items qui mesurent la mémoire, l'orientation, le jugement et la résolution de problèmes, les habiletés sociales, la famille et les loisirs ainsi que les soins personnels. Un score global de 0 signifie que le participant est normal alors qu'il présente un DCL avec une cote de 0,5.

Pour évaluer les plaintes cognitives, le questionnaire d'évaluation de plaintes cognitives «QPC» (Thomas-Antérion et al., 2003) a été administré au participant et adapté pour le proche. En effet, le même questionnaire a été utilisé pour vérifier s'il y avait présence ou non de plaintes mnésiques chez le participant. Par exemple, à la question 4 du questionnaire, il est inscrit « avez-vous oublié un rendez-vous important? ». Pour le proche, nous l'avons modifié en inscrivant « a-t-il oublié un rendez-vous très important? ». Le questionnaire était remis au proche qui était avisé de le compléter seul et de nous le retourner par la poste. Ce questionnaire évaluait si au cours des six derniers mois, et de façon plus importante qu'avant, le participant avait présenté des difficultés mnésiques. Il a ainsi permis de démontrer que tous les participants avec DCL ont rapporté des plaintes mnésiques qui ont été effectivement corroborées par un proche.

Enfin, pour évaluer si les participants présentaient des symptômes dépressifs, nous avons choisi l'échelle de dépression gériatrique ou EDG (Yesavage et al., 1982). Cette échelle comporte trente questions sur divers symptômes tels que « avez-vous beaucoup d'énergie? ». Un score inférieur à 10 indiquait que la personne ne présentait pas de signes de dépression.

Mesures dépendantes servant aux questions relatives aux approches évaluatives du DCL : tests de dépistage et critères de Petersen et al. (1999)

Cette section vise à décrire les instruments de mesure sélectionnés qui nous ont permis de déterminer quelle approche, entre les tests de dépistage soit le MMSE et le

MoCA ou les critères de Petersen et al. (1999) associés à un test standardisé de mémoire au seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$, était la plus sensible pour identifier le DCL. Les résultats à ces tests ont également servi à déterminer quel était le seuil le plus approprié au MoCA, entre 23 ou 26, pour départager les personnes avec DCL des « normaux ». Finalement, les résultats obtenus aux tests psychométriques du bilan neuropsychologique ont servi à étudier le profil cognitif des participants selon les trois méthodes citées précédemment.

Le *Mini-Mental State Examination* (MMSE). L'examen de Folstein et al. (1975) sur l'état mental (MMSE) permet d'évaluer, sur une échelle de 30 points, six domaines cognitifs : l'orientation, l'enregistrement, l'attention/calcul, la rétention mnésique, le langage et l'orientation. Un seuil $< 26/30$ a été utilisé afin d'identifier les DCL pour les fins d'analyses statistiques.

Le *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA). Le MoCA (Nasreddine et al., 2005) permet d'évaluer sur une échelle de 30 points, sept domaines cognitifs : les fonctions visuospatiales/exécutives, la dénomination, l'attention, le langage, l'abstraction, la mémoire en rappel différé et l'orientation. Deux seuils, le premier à $< 26/30$ et le deuxième à $\leq 23/30$, ont été utilisés afin d'identifier les DCL pour les fins d'analyses statistiques.

Les critères de Petersen et al. (1999) associés à un test mnésique standardisé. La mémoire a été évaluée avec le Test californien d'apprentissage et de mémoire verbale

« CVLT¹ » (Delis, Freeland, Kramer, & Kaplan, 1988). Ce test d'apprentissage comprend une liste de 16 mots sur 5 essais avec des rappels immédiats libres et différés, et avec des indices sémantiques. La liste est composée de quatre catégories sémantiques (des fruits, des fleurs, des vêtements et des outils) contenant chacune quatre items. Pour obtenir une cote de DCL, le participant devait obtenir un score *Z* de -1,5 *ÉT* aux quatre variables suivantes : « rappel libre immédiat », « rappel libre différé », « rappel différé libre » et « rappel différé indicé ».

Mesures dépendantes servant aux questions relatives aux approches évaluatives du DCL : test traditionnel et test virtuel (écologique)

Cette section vise à présenter les deux tests qui ont été utilisés dans cette étude, soit le Stroop traditionnel et le Stroop virtuel (écologique) pour évaluer les difficultés au niveau du contrôle attentionnel/exécutif chez les participants avec DCL.

Le test neuropsychologique traditionnel : le test de Stroop. Le D-KEFS, interférence Mots/Couleurs « le Stroop » (Delis & Kaplan, 2001), permet d'évaluer l'attention sélective et soutenue, la flexibilité mentale et la capacité à résister à l'interférence. Ce test comprend quatre planches comprenant différents mots de différentes couleurs. Le participant devait lire le plus rapidement possible les mots puis les couleurs pour les planches 1 et 2. À la planche 3, il devait nommer la couleur de l'encre tout en inhibant le mot qui décrivait une couleur différente. Finalement, à la quatrième planche, la personne devait, comme à la condition 3, nommer la couleur de

¹ À partir de ce point, nous allons utiliser l'abréviation CVLT.

l'encre, mais si le mot était encadré, elle devait alors lire le mot au lieu de donner la couleur de l'encre.

Le test de Stroop en réalité virtuelle : la *ClinicaVR: Apartment Stroop*. La *ClinicaVR: Apartment Stroop* est une tâche qui a été développée en collaboration avec Digital MediaWorks (www.dmw.ca) afin d'obtenir un test plus complexe pour évaluer l'attention et l'inhibition dans un environnement dit « écologique ». Dans cet environnement virtuel, le participant était assis au salon, dans un fauteuil devant un écran de téléviseur. De l'endroit où il se situait, il voyait la salle à manger ainsi qu'une fenêtre située à sa droite. Lors de la tâche, il portait une visière, la « eMagin Z800 visor » (voir Figure 1), qui créait un effet d'immersion dans l'environnement. Il pouvait ainsi explorer l'environnement en tournant la tête dans un champ de vision de 180°. Cette tâche est basée sur l'« effet Stroop » et présente deux conditions. Elle permet de mesurer l'attention et l'inhibition par le temps de réaction, les erreurs d'omission et de commission. Puisqu'il s'agit d'un test nouveau qui a été développé dans le contexte de la présente thèse, le lecteur trouvera à l'Appendice A un tableau qui présente les moyennes et écarts-types obtenus par les participants sans DCL de l'étude. Ces données pourront servir de normes préliminaires.



Figure 1. Illustration du contexte d'évaluation en modalité virtuelle.

Dans la première condition, le « Stroop virtuel Couleurs » (voir Figure 2), une série de carrés de couleur était présentée sur l'écran du téléviseur (vert, rouge ou bleu). Au moment même où chaque carreau de couleur était présenté, il y avait une voix de femme qui nommait une de ces trois couleurs (présentation bimodale : visuelle et auditive). Le participant devait cliquer sur le bouton gauche de la souris en utilisant sa main dominante lorsque la présentatrice nommait (stimulus auditif) la même couleur que le carreau de couleur présenté à l'écran (stimulus visuel). Au total, 144 stimuli ont été présentés, dont les 72 cibles à identifier (bonnes réponses). Pendant la tâche d'une durée de 4,8 minutes, des stimuli auditifs et visuels étaient présentés à titre de distracteurs. La personne devait les inhiber pour se concentrer sur la tâche de Stroop. Parmi les distracteurs visuels, on y retrouvait un autobus qui passe dans la rue, un téléphone qui vibre sur la table, un robot jouet qui bouge sur le plancher, une femme qui marche dans la cuisine et un avion de papier qui vole à travers la pièce. Des bruits, comme ceux d'une

sonnette, d'une horloge en forme de chat et d'un aspirateur servaient de distracteurs sonores tout au long de cette tâche.



Figure 2. Appartement virtuel condition 1 : Stroop Couleurs.

Dans la seconde condition, le « Stroop virtuel Mots/Couleurs », des noms de couleurs étaient présentés sur l'écran du téléviseur. Certains de ces mots correspondaient à la couleur de l'encre dans laquelle apparaissaient les mots (BLEU écrit en bleu), ou d'encre de couleurs différentes (par exemple, ROUGE écrit en bleu – voir Figure 3). La couleur était nommée par la même voix que dans la condition 1 et le participant devait cliquer sur la souris quand la couleur entendue était la même que la couleur de l'encre. Comme dans la première condition, 144 stimuli ont été présentés, incluant 72 cibles (bonnes réponses) et l'on y retrouvait les mêmes distracteurs visuels et auditifs. De plus, la durée de cette condition était également de 4,8 minutes. Cette condition a été désignée

pour évaluer l'inhibition cognitive (Effet Stroop). Elle a permis de mesurer le temps de réaction, les erreurs d'omission et de commission.



Figure 3. Appartement virtuel condition 2 : Stroop Mots/Couleurs.

Mesure sur l'expérience virtuelle

Les cybermalaises. Ce sont des malaises s'apparentant au mal des transports qui surviennent dans les minutes suivant l'immersion. Les symptômes qui peuvent être observés sont : a) la fatigue des yeux; b) une vision embrouillée; c) un mal de tête; d) des étourdissements; et e) des nausées. Ces symptômes ont été mesurés à l'aide du questionnaire sur les cybermalaises (Kennedy & collaborateurs, 1993).

Il importe de souligner que le risque de cybermalaises demeure faible, ce qui est d'autant plus vrai lorsque l'immersion dure entre 10 et 50 minutes et lorsque l'utilisateur est dans une position assise. Une période de repos minimale de 10 minutes suivait

l'immersion dans le but de permettre au participant de s'adapter à l'environnement réel (ce qui diminuait le risque de cybermalaises post-immersion). Il est à souligner qu'au-delà de cette période de repos, la survenue de malaises cybernétiques est très peu probable. Dans le cas de cybermalaises, le participant était alors invité à cesser la tâche. S'il éprouvait des maux, des moyens étaient pris pour les éliminer ou les réduire. En cas de nausées, l'évaluateur offrait une eau pétillante au participant, des biscuits soda ou l'invitait à se reposer. En cas d'étourdissement, de maux de tête ou de vision embrouillée, l'évaluateur prolongeait la période de repos. Finalement, si les symptômes de cybermalaises perduraient, l'épreuve en RV était interrompue et reportée.

La propension à l'immersion. Afin de mesurer le niveau de propension à l'immersion des participants, le questionnaire sur la propension à l'immersion (Bouchard, Renaud, & Forget, 2002) a été administré à tous les participants après la tâche en RV. Basée sur une échelle de 7 points allant de *jamais* à *souvent*, les quatre sous-échelles évaluaient les variables suivantes : « le focus »; « l'implication »; « l'émotion »; et « le jeu ».

Le sentiment de présence. Le sentiment de présence en RV a été évalué chez les personnes à l'aide du questionnaire sur la présence et l'expérience heuristique (Blainville & Lemelin, 2007). Cette échelle est composée de 48 questions sur une échelle de 1 à 5, allant de *jamais* (1) à *très souvent* (5).

L'expérience en RV. Finalement, un questionnaire maison a été créé afin d'évaluer l'expérience en RV. Ce questionnaire évaluait, sur une échelle de 1 à 7, allant de *pas du tout* (1) à *complètement satisfait* (7), le niveau de satisfaction des participants suite à leur expérience en RV ainsi que leur niveau de familiarité avec l'utilisation d'un ordinateur.

Le bilan neuropsychologique

Le bilan neuropsychologique complet permet au neuropsychologue de dresser un portrait des capacités cognitives d'une personne à l'aide de tests standardisés. Il permet de mesurer l'ampleur et la nature des perturbations observées chez des clientèles présentant des déficits cognitifs, d'aller chercher le potentiel maximal de l'individu et d'établir ou de contribuer au diagnostic différentiel. D'ailleurs, l'évaluation neuropsychologique est souvent utilisée pour l'identification des DCL chez les personnes âgées (Wittich, Phillips, Nasreddine, & Chertkow, 2010). Dans cette étude, le bilan neuropsychologique a permis de documenter le profil cognitif des participants 1) selon les approches, soit celle de dépistage (MMSE et MoCA) ou des critères de Petersen et al. (1999); et 2) selon l'approche virtuelle.

Les tests neuropsychologiques suivants ont été utilisés comme instruments de mesure pour évaluer a) la mémoire; b) les habiletés visuospatiales; c) le langage; d) les fonctions visuopraxiques; e) les fonctions attentionnelles; et f) les fonctions exécutives. Dans le cadre de cette recherche, les résultats obtenus à ces tests ont été exprimés en score Z. Ce type de score permet de situer une donnée par rapport aux autres données

d'une série statistique et reporte les différents tests sur une même échelle. Cela permet de les comparer entre eux selon un même seuil de succès ou de difficulté. Les valeurs indiquées sur une échelle de score Z sont généralement comprises entre -3 et +3 et la moyenne se situe entre -1 et +1. Dans la présente recherche, le seuil de -1,5 *ÉT* a été utilisé comme critère pour comparer les groupes DCL des CN sur le rendement au bilan neuropsychologique.

Les tests utilisés pour cette étude sont d'usage courant et possèdent de bonnes qualités psychométriques (voir à ce sujet les documents de Lezak, Howieson, Bigler, & Daniel, (2012) et Strauss, Sherman, & Spreen, (2006)). Bien que les qualités psychométriques du test Californien d'apprentissage et de mémoire verbale (CVLT) ne soient pas connues, ce test « maison » de version française est d'usage fréquent en clinique. D'ailleurs, la version originale réalisée par Delis et al. (1988) est reconnue comme étant de bonne qualité.

La mémoire. L'évaluation de la mémoire verbale a été réalisée à l'aide des deux tests suivants : 1) le sous-test d'Histoire logique I & II, de l'échelle clinique de mémoire de Weschler, 3^e éd., (Weschler, 2001) a été choisi. Cette tâche consiste à rappeler les éléments contextuels de deux histoires courtes en rappel libre et différé. Les variables retenues sont le nombre total de bonnes réponses pour chacune des histoires; et 2) le test californien d'apprentissage et de mémoire verbale - CVLT (Delis et al., 1988). Rappelons ici que ce test consiste à apprendre une liste de 16 mots sur 5 essais avec des

rappels immédiats libres et différés, et avec des indices sémantiques. Une tâche de reconnaissance est également réalisée à la fin du test. À ce moment, l'évaluateur nomme une liste de mots et la personne doit mentionner si ces mots étaient sur la liste de mots mémorisée. Les variables retenues sont le nombre de mots rappelés pour les essais 1 à 5, les rappels libres et indicés, le nombre d'intrusion, de persévérations, de faux positifs et le nombre de mots correctement reconnus. Il est important de noter, que les tâches de rappels immédiats et différés ne font pas parti du bilan neuropsychologique pour l'approche évaluative selon les critères de Petersen et al. (1999), puisque ces mesures ont servis à classier le groupe témoin du groupe DCL (mesures indépendantes).

La mémoire visuospatiale. Elle a été évaluée à l'aide de la figure complexe de Rey (1958). En premier lieu, la personne doit copier avec le plus d'exactitude possible la figure. Immédiatement après, il devait la redessiner mais cette fois-ci, de mémoire (rappel immédiat). Trente minutes plus tard (rappel différé), le participant devait à nouveau reproduire ce dessin de mémoire. Finalement, il devait sélectionner parmi un ensemble d'items ceux qui correspondaient à la figure copiée (tâche de reconnaissance).

Les habiletés visuospatiales. Ces fonctions ont été évaluées à l'aide du test de jugement d'orientation des lignes de Benton (Benton, Sivan, Hamsher, Jarney, & Spreen, 1983) qui demandait aux participants d'identifier, parmi plusieurs lignes orientées dans différentes directions, celles qui correspondaient à l'orientation des deux

lignes présentées comme stimuli. La mesure prise nous donne le nombre d'items correctement identifiées par le participant.

Le langage. Il a été évalué à partir de deux tests, soit le test de dénomination et le test de Fluence verbale. Le premier test de dénomination orale d'images, le «DO 80» (Deloche & Hannequin, 1997), demandait aux participants de dénommer une série de 80 images montrées par l'expérimentateur. Une seule variable est mesurée dans ce test, c'est le nombre total d'images correctement dénommées. Quant au deuxième test, le Fluence verbale « FVT, D-KEFS fluency verbal test » (Delis & Kaplan, 2001), deux conditions ont été retenues pour mesurer le langage. À la première condition, les personnes devaient nommer des mots débutant par les lettres « F », « A » et « S ». À la deuxième condition, ils devaient nommer des noms d'animaux, puis de garçons. Pour chacune de ces deux conditions, le participant avait 60 secondes pour nommer le plus de mots possible. Pour l'expérimentation, la variable retenue est le nombre total de mots émis.

Les fonctions visuopraxiques et visuoconstructives. Elles ont été évaluées à l'aide de : 1) la copie de la figure complexe de Rey (1958) où à cette tâche, la personne devait reproduire avec autant d'exactitude possible la figure présentée. Les variables temps d'exécution ainsi que le score de précision ont servi pour des fins d'analyse; et 2) le sous-test blocs de l'échelle d'intelligence pour adulte « WAIS-III, Block Design Test »,

de Wechsler David (2001) a été choisi. Dans cette épreuve, le participant devait reproduire différents dessins abstraits à l'aide de blocs.

Les fonctions attentionnelles. Ces habiletés ont été évaluées à l'aide de quatre tests : 1) le test Trail Making-A « TMT-A » (Reitan, 1958) qui consiste à relier les chiffres de 1 à 25 qui sont inscrits dans un cercle, dans un ordre croissant, et ce, le plus rapidement possible. Ainsi, la mesure retenue est le temps total d'exécution; 2) le sous-test de l'échelle d'intelligence pour adulte « WAIS-III, Digit-Symbol Test », de Wechsler David (2001) Dans cette tâche, des chiffres de 1 à 9 sont associés à un symbole et la personne devait écrire dans la case correspondante au chiffre le symbole s'y rattachant, et ce, aussi vite que possible en 120 secondes. La variable retenue est le nombre total de symboles correctement dessinés; 3) le sous-test séquences de chiffres ordre direct « FSD, Forward » de l'échelle d'intelligence pour adulte de Wechsler David Ce sous-test consiste à rappeler le plus de chiffres possible dans l'ordre présenté. La variable retenue est le nombre de chiffres rappelés.

Les fonctions exécutives. Elles ont été évaluées par les tests suivants. Tout d'abord, deux tests qui mesuraient la capacité de *shifting* et de flexibilité mentale. Le premier, le test Trail Making B « TMT-B » (Reitan, 1958) consistait à demander aux participants de relier entre eux le plus rapidement possible des chiffres de 1 à 13 et des lettres de « A » à « M » en alternant d'un chiffre à une lettre en ordre croissant, c'est-à-dire 1A-2B-3C-4D, etc. Le temps total d'exécution est choisi comme variable. Le second test était la

troisième condition du test de Fluence verbale « FVT, D-KEFS » (Delis & Kaplan, 2001). À cette épreuve, les personnes devaient nommer le plus de noms de fruits et de meubles en alternance (par exemple : pomme/table, cerise/lit, etc.). Elles avaient 60 secondes pour nommer le plus de mots possible. Le nombre de mots nommés et le nombre d'alternance exécutés sont nos variables utilisées à cette épreuve.

L'objectif poursuivi par le troisième test qui mesure les fonctions exécutives, la Tower of London (Culbertson & Zillmer, 2000) était d'évaluer, entre autres, la planification et la capacité de résolution de problèmes. On présentait à la personne trois boules de couleurs (verte, bleue et rouge) placées dans différentes positions sur trois tiges. Le participant devait reproduire une série de modèles en plaçant les boules dans les mêmes positions tout en exécutant le moins de déplacements possibles. Il fallait aussi que cela soit exécuté le plus rapidement possible. Sur cette tâche, les mesures retenues pour des fins d'analyse sont les suivantes : le nombre total de bonnes réponses, de violation des règles, de violation du temps, le temps d'initiation et de résolution de problèmes ainsi que le temps d'exécution.

Finalement, la dernière fonction évaluée au niveau des FE était la MdT et elle a été mesurée avec l'empan à rebours du sous-test séquence de chiffres, de l'échelle d'intelligence pour adulte de Wechsler David (2001). Ce test consiste à rappeler le plus de chiffres possible dans l'ordre inverse de présentation. La variable retenue pour fin d'analyse est le nombre de chiffre retenue.

Déroulement

Cette recherche a été réalisée suite à l'obtention de certificats d'éthique de la recherche des deux établissements. Les participants ont été rencontrés dans les locaux du CSSS du Sud de Lanaudière et dans les locaux du Laboratoire de Recherche Interdisciplinaire en Réalité Virtuelle (LARI-RV) de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Trois assistantes, inscrites au baccalauréat ou au doctorat en psychologie, ont été sélectionnées et formées pour l'administration de toutes les mesures. Lors de l'expérimentation, les personnes ont été rencontrées individuellement pendant deux séances d'une durée approximative de 120 minutes, avec une pause de 15 à 20 minutes par rencontre. Des aménagements à cette cédule ont été apportés lorsque le besoin se faisait sentir chez un participant. Une salle était réservée à cet effet et le matériel nécessaire à l'expérimentation était fourni sur place. Une indemnité compensatoire de 50,00 \$ a été remise aux participants lorsque l'expérimentation était complétée afin de couvrir les frais de déplacement et de repas.

Résultats

Ce chapitre est composé de deux grandes parties qui présentent les analyses des résultats visant à répondre aux différents objectifs et hypothèses de la thèse. La première partie présente les analyses qui concernent les questions relatives à l'identification des cas de DCL à l'aide de tests de dépistage (MMSE et MoCA) ou à l'aide des critères de Petersen et al. (1999). La seconde partie présente les analyses qui concernent la question de l'évaluation traditionnelle et de l'évaluation écologique dans l'identification du DCL. Préalablement à ces deux grandes parties, une courte section permet d'expliquer comment ont été traitées les données.

Traitement des données

Les données issues des différentes épreuves ont été traitées selon différentes avenues afin de répondre aux objectifs de la thèse. Les principales variables indépendantes renvoient aux groupes d'appartenance des participants (avec ou sans DCL) à partir des scores qu'ils ont obtenus au MMSE, au MoCA et selon les critères de Petersen et al. (1999). Pour le MMSE, les participants ont été attribués à l'un ou l'autre groupe selon le seuil proposé par les auteurs du test, soit $< 26/30$ (Folstein et al., 1975). Pour le MoCA, deux procédures de classification ont été utilisées pour former les groupes. Dans la première procédure, les participants ont été attribués à l'un ou l'autre des groupes selon la cote proposée par les auteurs du test, soit $< 26/30$ (Nasreddine et al., 2005). Pour la seconde procédure, les participants ont été regroupés selon le

seuil $\leq 23/30$. Enfin, nous avons également utilisé une procédure de classification des participants pour étudier les critères de Petersen et al. (1999). Les participants ont été attribués à l'un ou l'autre des groupes sur la base de leur performance aux quatre composantes du *California Verbal Learning Test* (CVLT) qui mesurent la mémoire épisodique, soit les rappels immédiats libres et indicés et les rappels différés libres et indicés de la liste de mots. Un seuil de $-1,5 \text{ \acute{E}T}$ a été utilisé afin d'identifier chaque participant comme appartenant au groupe témoin ou au groupe DCL. Des analyses de fréquences ont servi à décrire le nombre de participants avec ou sans DCL à partir de ces différentes catégorisations.

Les variables dépendantes, soit les scores obtenus aux différents tests qui mesurent les fonctions cognitives et aux mesures relatives à l'expérience en réalité virtuelle, ont été analysées à l'aide de tests de comparaison de moyennes. Il faut noter ici que le nombre de participants varie pour chaque groupe selon les procédures de classification, allant de 4 participants par groupe pour les plus petits, à 27 participants pour les plus grands. Dans le cadre exploratoire de la présente étude, nous avons choisi de faire des tests-t, en tant qu'analyse de type paramétrique avec les grands groupes. La question de conserver ou non des analyses de type paramétrique s'est également posée pour les analyses qui impliquaient peu de participants. Sur la base de vouloir conserver une homogénéité dans la présentation des résultats, les tests-t ont été conservés pour les analyses avec les petits groupes composés de 8 ou de 10 participants. Cependant, pour assurer une plus grande valeur aux résultats, des analyses de type nonparamétrique

(Mann-Whitney) ont aussi été réalisées avec ces petits groupes et seuls les résultats qui étaient appuyés par les deux approches ont été conservés dans la section des Résultats. Enfin, nous avons conservé seulement les tests nonparamétriques de Mann-Withney pour les analyses réalisées sur le MMSE du fait que les groupes n'étaient composés que de quatre participants.

Partie 1 : Les approches évaluatives du DCL : tests de dépistage et critères de Petersen et al. (1999)

Cette première partie du chapitre des résultats présente les analyses qui concernent les tests de dépistage (MMSE et MoCA) et l'application des critères de Petersen et al. (1999) dans l'identification des cas de DCL. Cette première partie est elle-même subdivisée en quatre sections. La première section vise à exposer le nombre de cas de DCL qui sont identifiés à l'aide des deux outils de dépistage les plus souvent en usage selon la revue des écrits scientifiques (MMSE à $< 26/30$, MoCA à $< 26/30$) et à l'aide des critères de Petersen et al. Par la suite, la seconde et la troisième section visent à approfondir les données sur le MMSE en les analysant, respectivement, selon que le seuil pour identifier les cas de DCL soit à $< 26/30$, et au MoCA à $< 26/30$ ou à $\leq 23/30$. La quatrième section s'intéresse aux participants identifiés DCL selon les critères de Petersen et al. au test de mémoire avec un score Z de $-1,5 \text{ \acute{E}T}$.

Cas de DCL selon les deux outils de dépistage au seuil < 26/30 et selon les critères de Petersen et al. (1999)

Selon les données des écrits scientifiques, les méthodes les plus souvent utilisées pour identifier les cas de DCL sont : 1) les tests de dépistage (MMSE et MoCA avec un seuil < 26/30; et 2) les critères de Petersen et al. (1999) qui reposent sur l'utilisation d'un seuil de -1,5 *ÉT* en score *Z* à un test standardisé de mémoire et sur la présence de plaintes subjectives rapportées par le participant et un proche.

La Figure 4 présente le nombre de participants de l'échantillon total (N = 93) qui ont été identifiés ou non comme répondant aux conditions d'un DCL selon chacune de ces méthodes. Cette figure montre également les croisements entre les différentes méthodes. L'analyse de cette figure montre que quatre participants ont été identifiés comme ayant un DCL par le MMSE, 27 personnes par le MoCA et huit personnes selon les critères de Petersen et al. (1999). L'analyse des cas qui sont communs selon les méthodes donne le portrait suivant : 1) le MMSE et le MoCA ont 4 participants en commun; 2) le MMSE et les critères de Petersen et al. n'ont que 2 personnes en commun; 3) le MoCA et les critères de Petersen et al. ont identifié 6 participants en commun; et 4) enfin, seulement 2 individus ont été identifiés DCL par l'ensemble des trois méthodes. Ainsi, sur l'ensemble des participants, les différentes méthodes d'évaluation ont identifié de 4 à 29 personnes DCL, ce qui représente 4 à 31 % de l'échantillon.

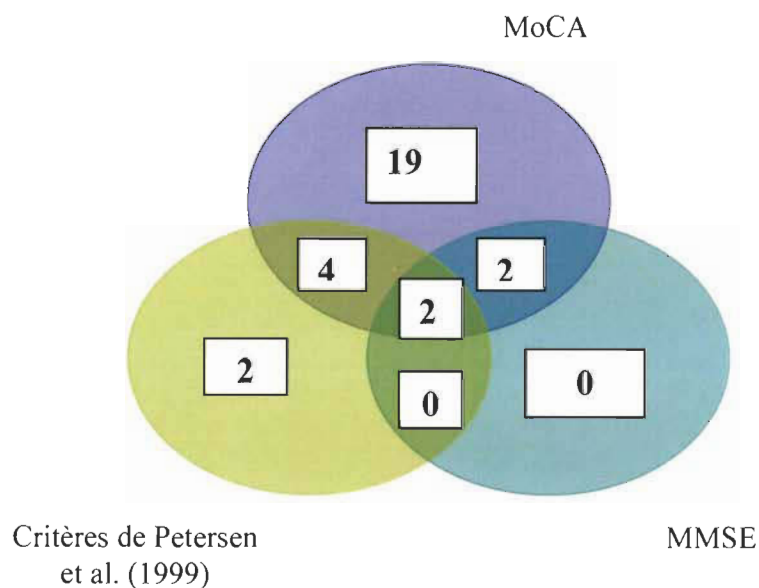


Figure 4. Classification des participants DCL selon les différentes approches évaluatives.

Les prochaines analyses visent à approfondir les caractéristiques des personnes DCL qui ont été identifiées à l'aide du MMSE ($n = 4$) et du MoCA ($n = 27$) en les comparant à un groupe témoin composé de personnes âgées en bonne santé issu de l'échantillon global. Des analyses de comparaison de moyennes ont préalablement été faites sur des variables d'appariement entre ces deux groupes afin de s'assurer que les différences au MMSE et au MoCA ne relevaient pas de ces dernières.

En premier lieu au MMSE, les tests-t appliqués sur les données du Tableau 1 ont montré qu'il n'y a pas de différences significatives entre ces deux groupes, tant au niveau de l'âge qu'au niveau de la dépression. D'ailleurs, du point de vue clinique,

l'échelle de dépression gériatrique (EDG) souligne une absence de dépression pour les deux groupes.

Tableau 1

Moyennes et écarts-types pour l'âge, le niveau de scolarité et le niveau de dépression des participants témoins et DCL avec un seuil < 26 au MMSE

Variables	Groupe témoin <i>n</i> = 4		Groupe DCL <i>n</i> = 4	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Âge	76,50	2,38	75,50	6,95
Scolarité	14,50	1,00	16,50	3,10
EDG	2,50	2,38	5,50	4,04

EDG : Échelle de dépression gériatrique

Suite à ces mesures de contrôle, des tests-t ont été effectués afin de vérifier si la performance aux items du MMSE différait entre les participants du groupe témoin et ceux présentant un DCL. Les analyses de comparaison de groupes aux items du MMSE (voir Tableau 2) ont démontré des différences significatives entre les deux groupes sur deux des six variables. En effet, les résultats ont démontré que les participants DCL ont moins bien performé que les participants témoins à l'item du MMSE qui mesurent les fonctions attention/calcul et rétention mnésique.

Tableau 2

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux items du MMSE avec un seuil < 26

Items	Groupe témoin <i>n</i> = 4		Groupe DCL <i>n</i> = 4	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Orientation	9,75	0,50	9,50	0,58
Enregistrement	3,00	0,00	3,00	0,00
Attention/Calcul	4,50	0,58	2,75	0,50
Rétention mnésique	2,75	0,50	1,50	1,00
Langage	7,75	0,50	7,50	0,58
Praxie	1,00	0,00	0,75	0,00

* $p < 0,05$

Dans le but de poursuivre l'analyse des caractéristiques cognitives des personnes qui ont été identifiées DCL à l'aide du seuil au MMSE, des tests-t ont été effectués sur la performance aux tests du bilan neuropsychologique complet pour vérifier si des déficits neuropsychologiques particuliers se dégagent chez les personnes DCL. Le Tableau 3 donne les moyennes et écarts-types exprimés en score *Z* sur les deux groupes de participants. Les analyses de comparaison de groupes ont démontré des différences significatives à seulement un item du bilan neuropsychologique. En effet, les participants avec DCL ont rappelé moins de mots que les personnes témoins lors du 1^{er} essai au CVLT.

Tableau 3

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests du bilan neuropsychologique avec un seuil < 26 au MMSE

Tests psychométriques	Groupe témoin <i>n</i> = 4		Groupe DCL <i>n</i> = 4	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Trail Making A	0,65	0,44	0,19	1,22
Trail Making B	-0,18	1,45	-0,34	1,60
CVLT, essai 1	-0,48	0,86	-1,32	0,53
CVLT, essai 2	-0,56	1,61	-1,42	0,49
CVLT, essai 3	0,05	2,22	-1,37	1,25
CVLT, essai 4	-1,82	2,65	-2,26	2,42
CVLT, essai 5	-0,28	1,31	-1,52	2,09
CVLT, liste B	0,84	1,16	-0,50	0,61
CVLT, RIL	-0,82	1,58	-1,86	1,98
CVLT, RII	-0,87	0,63	-2,20	1,93
CVLT, RLD	-1,36	2,90	-2,79	1,25
CVLT, RID	-0,64	1,63	-1,90	2,13
CVLT, intrusion	-3,33	3,40	-3,52	5,05
CVLT, persévération	-1,51	4,29	0,09	2,33
CVLT, reconnaissance	-0,16	0,91	-1,78	2,43
CVLT, faux positifs	-1,82	2,59	-4,41	4,92
Histoire logique I	0,75	0,92	0,84	1,17
Histoire logique II	0,75	1,10	-0,67	1,19
Digit span	0,25	0,50	-1,17	1,23
Empan endroit	-0,38	0,48	0,38	0,48
Empan envers	-0,13	0,25	-0,38	0,48

CVLT : Test californien d'apprentissage et de mémoire verbale

Tableau 3

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests du bilan neuropsychologique avec un seuil < 26 au MMSE (suite)

Tests psychométriques	Groupe témoin <i>n</i> = 4		Groupe DCL <i>n</i> = 4	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Codes	0,92	0,74	1,00	1,41
Blocs	0,44	0,64	0,58	1,25
Jugement lignes	0,92	0,32	-0,25	1,07
DO-80	1,07	0,15	-0,06	1,30
Fluence verbale 1	1,09	0,92	0,42	1,29
Fluence verbale 2	1,00	0,98	-0,09	1,40
Fluence verbale 3.1	-0,08	1,25	0,75	0,63
Fluence verbale 3.2	0,67	0,82	1,16	0,58
Figure de Rey : copie	-1,19	0,25	-1,19	0,25
Figure de Rey : temps	-0,97	0,00	-0,97	0,00
Figure de Rey : rappel immédiat	-0,69	0,48	0,30	1,45
Figure de Rey : rappel différé	-0,17	0,24	0,28	1,43
Figure de Rey : reconnaissance	0,27	0,55	-0,22	1,15
Tour de Londres : mouvements totaux	1,09	0,35	-0,96	1,77
Tour de Londres : bonnes réponses	1,24	0,68	-0,29	1,85
Tour de Londres : violation des règles	-1,29	1,41	-1,01	1,40
Tour de Londres : violation du temps	-0,97	1,36	-0,65	1,20

Tableau 3

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests du bilan neuropsychologique avec un seuil < 26 au MMSE (suite)

Tests psychométriques	Groupe témoin <i>n</i> = 4		Groupe DCL <i>n</i> = 4	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Tour de Londres : temps d'initiation	1,05	0,77	-0,07	1,36
Tour de Londres : temps d'exécution	-0,82	0,64	-1,09	0,00
Tour de Londres : temps résolution de problèmes	-1,10	0,28	-1,19	0,38
Stroop D-KFS : condition 1	0,75	0,57	0,50	0,79
Stroop D-KFS : condition 2	0,58	0,32	0,17	0,88
Stroop D-KFS : condition 3	0,83	0,34	-0,92	1,95
Stroop D-KFS : condition 4	0,50	1,23	0,00	1,15

* $p < 0,05$

En second lieu au MoCA, les tests-t appliqués sur les données du Tableau 4 ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux groupes au niveau de l'âge [$t(52) = -0,98, p > 0,05$, du niveau d'éducation [$t(52) = -0,23, p > 0,05$] ainsi qu'au niveau de dépression [$t(52) = -1,66, p > 0,05$]. Notons ici que le niveau clinique de l'échelle de dépression gériatrique (EDG) souligne une absence de dépression pour les deux groupes.

Tableau 4

Moyennes et écarts-types pour l'âge, le niveau de scolarité et le niveau de dépression des participants témoins et DCL avec un seuil < 26 au MoCA

Variables	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Âge	70,26	4,68	71,52	4,82
Scolarité	13,52	3,24	13,74	3,85
EDG	2,48	3,93	4,30	4,11

EDG : Échelle de dépression gériatrique

Suite à ces mesures de contrôle, des tests-t ont été effectués afin de vérifier si la performance aux items du MoCA différait entre les participants du groupe témoin et ceux présentant un DCL. Les analyses de comparaison de groupes aux items du MoCA au seuil < 26 (voir Tableau 5) ont démontré des différences significatives entre les deux groupes sur quatre des sept variables. En effet, les résultats ont démontré que les participants DCL ont moins bien performé que les participants témoins aux items du MoCA qui mesurent les fonctions visuospatiales/exécutives [$t(42,76) = 2,91, p > 0,05$], attentionnelles [$t(30,62) = 3,929, p > 0,001$], de langage [$t(42,37) = 3,252, p > 0,001$] et la mémoire [$t(52) = 6,986, p > 0,001$].

Tableau 5

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux items du MoCA avec un seuil < 26

Items	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Visuospatial/Exécutif	4,19	0,79	3,33	1,30
Dénomination	2,78	0,51	2,74	0,45
Attention	5,93	0,27	5,22	0,89
Langage	2,78	0,42	2,26	0,71
Abstraction	1,93	0,27	1,81	0,48
Mémoire	4,19	1,00	1,96	1,32
Orientation	5,89	0,32	5,85	0,60

Dans le but de poursuivre l'analyse des caractéristiques cognitives des personnes qui ont été identifiées DCL à l'aide du seuil au MoCA, des tests-t ont été effectués sur la performance aux tests du bilan neuropsychologique complet pour vérifier si des déficits neuropsychologiques particuliers se dégagent chez les personnes DCL. Le Tableau 6 donne les moyennes et écarts-types exprimés en score *Z* sur les deux groupes de participants. Les analyses de comparaison de groupes ont démontré des différences significatives sur les neuf variables suivantes : 1) CVLT, essai 5 [$t(52) = 3,00, p < 0,01$]; 2) CVLT, rappel immédiat libre [$t(43,02) = 3,30, p < 0,01$]; 3) CVLT, reconnaissance [$t(36,39) = 3,02, p < 0,01$]; 4) Histoire logique I [$t(43,97) = 3,32, p < 0,01$]; 5) Histoire logique II [$t(38,73) = 3,37, p < 0,01$]; 6) Figure de Rey, reconnaissance [$t(29) = 3,66,$

$p < 0,01$]; 7) Tour de Londres, nombre de mouvements totaux [$t(44,39) = 2,93$, $p < 0,01$]; 8) Tour de Londres, temps total d'exécution [$t(51) = 3,91$, $p < 0,01$]; et 9) Tour de Londres, temps total de résolution de problèmes [$t(51) = 4,08$, $p < 0,01$].

Tableau 6

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests du bilan neuropsychologique avec un seuil < 26 au MoCA

Tests psychométriques	Groupe témoin $n = 27$		Groupe DCL $n = 27$	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Trail Making A	0,33	1,02	0,08	1,25
Trail Making B	0,35	1,53	0,04	1,34
CVLT, essai 1	-0,36	1,07	-0,81	1,28
CVLT, essai 2	-0,35	1,63	-0,66	1,37
CVLT, essai 3	-0,66	1,37	-0,83	1,27
CVLT, essai 4	-0,71	1,73	-0,68	1,61
CVLT, essai 5	0,90	1,01	-0,87	1,32
CVLT, liste B	0,24	1,22	-0,24	1,19
CVLT, RIL	-0,07	1,07	-1,37	1,74
CVLT, RII	-0,17	1,03	-0,97	1,45
CVLT, RLD	-0,55	1,42	-1,42	1,52
CVLT, RID	-0,22	1,04	-1,03	1,39
CVLT, intrusion	-1,05	2,32	-1,31	2,50
CVLT, persévération	-0,44	2,04	0,24	1,57
CVLT, reconnaissance	0,38	0,71	-0,63	1,57
CVLT, faux positifs	-1,20	2,52	-2,70	4,08
Histoire logique I	0,28	0,70	-0,56	1,09
Histoire logique II	0,52	0,62	-0,46	1,21
Digit span	-0,07	1,08	-0,30	0,74

Tableau 6

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests du bilan neuropsychologique avec un seuil < 26 au MoCA (suite)

Tests psychométriques	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Empan endroit	-0,44	0,63	-0,55	0,51
Empan envers	-0,07	0,70	-0,37	0,49
Codes	0,42	0,89	0,27	0,89
Blocs	0,44	0,64	0,32	1,06
Jugement lignes	0,55	0,72	0,32	0,94
DO-80	0,75	0,49	0,50	0,67
Fluence verbale 1	-0,04	1,06	-0,18	0,92
Fluence verbale 2	-0,00	0,82	-0,23	1,13
Fluence verbale 3.1	-0,41	1,03	-0,39	1,30
Fluence verbale 3.2	-0,02	0,95	0,38	1,07
Figure de Rey : copie	-1,07	0,22	-1,14	0,21
Figure de Rey : temps	-0,89	0,44	-0,97	0,11
Figure de Rey : rappel immédiat	0,07	0,88	-0,23	1,13
Figure de Rey : rappel différé	-0,01	0,89	-0,14	1,13
Figure de Rey : reconnaissance	0,79	0,73	-0,41	0,88
Tour de Londres : mouvements totaux	0,84	1,08	-0,26	1,57
Tour de Londres : bonnes réponses	0,86	1,32	0,11	1,57
Tour de Londres : violation des règles	0,29	1,12	-0,42	1,33
Tour de Londres : violation du temps	0,03	1,20	-0,45	1,28

Tableau 6

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests du bilan neuropsychologique avec un seuil < 26 au MoCA (suite)

Tests psychométriques	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Tour de Londres : temps d'initiation	0,04	1,02	-0,11	1,17
Tour de Londres : temps d'exécution	0,49	1,01	-0,66	1,14
Tour de Londres : temps résolution de problème	0,47	0,95	-0,67	1,08
Stroop D-KFS : condition 1	0,23	0,87	0,18	0,61
Stroop D-KFS : condition 2	0,42	0,54	0,35	0,67
Stroop D-KFS : condition 3	0,51	0,79	-0,02	1,16
Stroop D-KFS : condition 4	0,36	1,07	0,09	1,10

CVLT : Test californien d'apprentissage et de mémoire verbale

Cas de DCL selon les deux outils de dépistage au seuil < 26/30 pour le MMSE et au seuil ≤ 23 pour le MoCA, et selon les critères de Petersen et al. (1999)

Selon certains écrits scientifiques (Blackburn et al., 2011; Coen et al., 2011; Larner, 2012; Lee et al., 2008; Luis et al., 2009; McLennan et al., 2011), il serait préférable d'abaisser le seuil du MoCA afin de mieux identifier les personnes DCL et ainsi éviter les faux positifs (personnes que l'on identifie DCL alors qu'elles ne le sont pas). Pour ce faire, nous avons repris les deux approches évaluatives précédentes, soit les outils de dépistage et les critères de Petersen et al. (1999), mais en abaissant le seuil du MoCA à ≤ 23. Les personnes avec DCL ont donc été identifiées comme suit : 1) le MMSE avec un seuil < 26/30; 2) le MoCA avec un seuil ≤ 23/30; 3) les critères de Petersen et al. qui

nécessitent un test standardisé de mémoire avec un seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ en score Z et des plaintes cognitives rapportées par la personne et un proche. En somme, il s'agit de la même procédure que celle de la section précédente, à l'exception du seuil au MoCA qui a été abaissé selon les suggestions issues de la revue des écrits scientifiques.

La Figure 5 présente le nombre de participants de l'échantillon total ($N = 93$) qui ont été identifiés ou non comme répondant aux conditions d'un DCL selon chacune de ces méthodes. Comme précédemment, cette figure montre les croisements entre ces trois méthodes, c'est-à-dire les cas de DCL qui sont identifiés par plus d'une méthode. L'analyse de cette figure montre que quatre participants ont été identifiés par le MMSE, 10 par le MoCA et 8 personnes selon les critères de Petersen et al. (1999). Ces résultats ont démontré qu'il n'y a qu'un seul participant identifié autant par le MMSE que par le MoCA. Le MMSE et les critères de Petersen et al. n'ont que deux participants en commun. De même, seulement quatre individus ont été reconnus DCL à la fois au MoCA et selon les critères de Petersen et al. Enfin, une seule personne a été identifiée DCL par l'ensemble des méthodes. Ainsi, sur l'ensemble des participants, les trois méthodes d'évaluation ont identifié 4 à 16 personnes dans la catégorie DCL; ceci représente 4 à 17 % de l'échantillon.

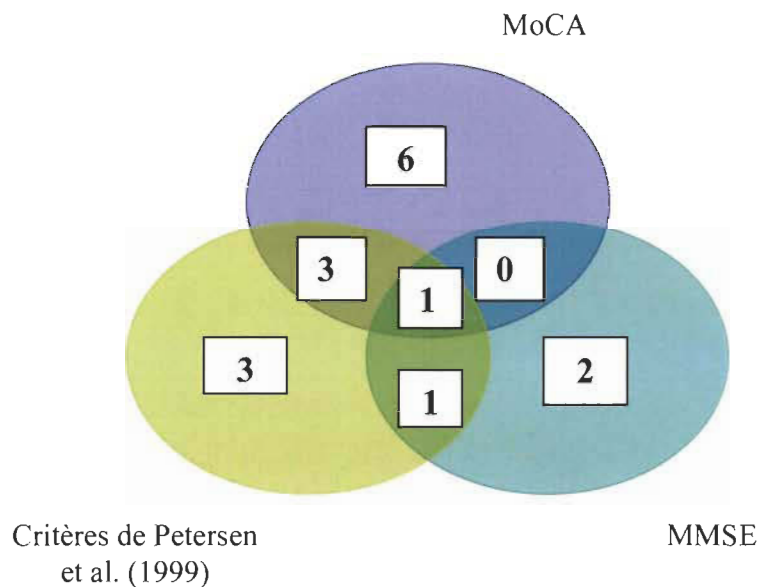


Figure 5. Classification des participants DCL selon les différentes méthodes, mais avec un seuil ≤ 23 au MoCA.

De façon semblable à ce qui a été fait à la section précédente, les résultats qui suivent visent à approfondir les caractéristiques des personnes DCL par rapport à celles de participants témoins en ayant abaissé le seuil du MoCA à $\leq 23/30$. Rappelons ici que seulement 10 personnes ont été identifiées DCL avec le seuil du MoCA à ≤ 23 , ce qui a nécessité de constituer un nouveau groupe témoin de 10 personnes issues de l'échantillon global.

Avant d'entreprendre les analyses concernant les performances cognitives des deux groupes, des analyses ont d'abord été faites sur les variables d'appariement. Les moyennes et écarts-types sont présentés au Tableau 7. Ces analyses de comparaison de moyennes ont montré qu'il n'y avait pas de différences significatives entre les deux groupes au niveau de l'âge [$t(18) = -0,70$, $p > 0,05$], du niveau d'éducation

[$t(18) = -0,24, p > 0,05$] et du niveau de dépression [$t(18) = -0,60, p > 0,05$]. Notons à nouveau que le score des deux groupes à l'échelle de dépression gériatrique souligne l'absence de dépression.

Tableau 7

Moyennes et écarts-types pour l'âge, le niveau d'éducation et le niveau de dépression des participants témoins et DCL avec un seuil ≤ 23 au MoCA

Variables	Groupe témoin $n = 10$		Groupe DCL $n = 10$	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Âge	71,60	4,99	73,30	5,87
Scolarité	13,60	3,17	14,00	4,17
EDG	3,60	4,40	5,30	4,17

EDG : Échelle de dépression gériatrique

Dans le but d'étudier les caractéristiques cognitives des participants des deux groupes, des tests-t ont été effectués afin de vérifier si la performance aux items du MoCA diffère entre les participants témoins ($n = 10$) et ceux présentant un DCL ($n = 10$). Le Tableau 8 démontre les moyennes et les écarts-types obtenus par les deux groupes. Les analyses ont démontré que les participants DCL ont moins bien réussi que les participants témoins sur les items du MoCA qui mesurent les fonctions du langage [$t(18) = 1,100, p < 0,01$] et la mémoire [$t(18) = 2,40, p < 0,01$].

Tableau 8

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux items du MoCA avec un seuil ≤ 23

Items	Groupe témoin <i>n</i> = 10		Groupe DCL <i>n</i> = 10	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Visuospatial/Exécutif	4,10	0,88	2,80	1,32
Dénomination	2,70	0,88	2,80	0,42
Attention	5,90	0,32	4,90	0,74
Langage	2,90	0,32	1,80	0,79
Abstraction	1,90	0,32	1,60	0,70
Mémoire	4,00	1,16	1,60	1,08
Orientation	5,80	0,42	6,00	0,00

Par la suite, des tests-t ont été effectués afin de vérifier si la performance aux tests neuropsychologiques différait entre les personnes âgées du groupe témoin et celles avec DCL afin d'évaluer leur fonctionnement cognitif. Le Tableau 9 donne les moyennes et écarts-types exprimés en score *Z* pour les deux groupes de participants. Les analyses de comparaison de groupes ont démontré des différences significatives sur les sept variables suivantes : 1) CVLT, rappel libre immédiat [$t(18) = 2,31, p < 0,05$]; 2) Fluence verbale, planche 1 [$t(18) = 3,34, p > 0,05$]; 3) Tour de Londres, nombre de mouvements totaux [$t(17) = 2,30, p < 0,05$]; 4) Tour de Londres, temps total d'initiation [$t(17) = 2,50, p < 0,05$]; 5) Tour de Londres, temps total d'exécution [$t(17) = 2,84, p < 0,01$]; 6) Tour

de Londres, temps total de résolution de problèmes [$t(17) = 2,43, p < 0,05$]; et 7) Stroop, planche 3 [$t(2,214) = 2,21, p < 0,05$].

Tableau 9

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests neuropsychologiques avec un seuil ≤ 23 au MoCA

Tests neuropsychologiques	Groupe témoin <i>n</i> = 10		Groupe DCL <i>n</i> = 10	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Trail Making A	0,06	1,14	0,63	1,22
Trail Making B	0,43	1,67	-0,06	1,52
CVLT, essai 1	-0,53	0,80	-1,13	1,12
CVLT, essai 2	-0,64	1,84	-1,12	1,38
CVLT, essai 3	-0,48	1,81	-1,41	1,26
CVLT, essai 4	-0,74	2,08	-1,29	1,86
CVLT, essai 5	-0,46	1,41	-1,40	1,31
CVLT, liste B	-1,14	1,22	-0,51	0,64
CVLT, RLI	-0,72	1,74	-1,80	1,50
CVLT, RII	-0,46	1,40	-1,10	1,91
CVLT, RLD	-1,17	1,69	-1,89	1,50
CVLT, RID	-0,58	1,53	-0,99	1,57
CVLT, intrusion	-1,72	3,66	-0,34	0,81
CVLT, persévération	-0,27	1,58	1,12	1,61
CVLT, reconnaissance	0,13	0,75	-1,22	1,78
CVLT, faux positifs	-0,93	3,79	-3,40	5,15
Histoire logique I	0,23	0,74	-0,63	0,96
Histoire logique II	0,00	0,92	-0,47	1,24
Digit span	-0,47	0,63	-0,36	0,62

CVLT : Test californien d'apprentissage et de mémoire verbale

Tableau 9

Moyennes et écarts-types pour les participants témoins et DCL aux tests neuropsychologiques avec un seuil ≤ 23 au MoCA (suite)

Tests neuropsychologiques	Groupe témoin <i>n</i> = 10		Groupe DCL <i>n</i> = 10	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Empan endroit	-0,55	0,50	-0,50	0,41
Empan envers	-0,45	0,69	-0,45	0,37
Codes	0,57	0,45	0,10	1,02
Blocs	0,27	0,58	0,17	1,16
Jugement lignes	0,63	0,55	0,07	1,00
DO-80	0,45	1,00	0,58	0,37
Fluence verbale 1	0,53	0,77	-0,53	0,65
Fluence verbale 2	-0,03	0,96	-0,90	1,10
Fluence verbale 3.1	0,33	0,93	-0,70	1,68
Fluence verbale 3.2	-0,03	0,81	0,27	1,24
Figure de Rey : copie	-1,04	0,28	-1,19	0,23
Figure de Rey : temps	-0,74	1,10	-0,98	0,02
Figure de Rey : rappel immédiat	0,33	1,09	-0,35	1,17
Figure de Rey : rappel différé	0,49	1,04	-0,41	1,19
Figure de Rey : reconnaissance	0,49	1,10	-0,69	1,03
Tour de Londres : mouvements totaux	0,72	1,51	-0,94	1,64
Tour de Londres : bonnes réponses	1,11	0,96	-0,65	1,84
Tour de Londres : violation des règles	0,24	1,23	-1,28	1,37
Tour de Londres : violation du temps	0,33	1,20	-0,60	1,38

Tableau 9

Moyennes et écarts-types pour les participants témoins et DCL aux tests neuropsychologiques avec un seuil ≤ 23 au MoCA (suite)

Tests neuropsychologiques	Groupe témoin <i>n</i> = 10		Groupe DCL <i>n</i> = 10	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Tour de Londres : temps d'initiation	-0,03	0,93	-0,94	0,61
Tour de Londres : temps d'exécution	0,48	1,04	-1,00	1,22
Tour de Londres : Temps de résolution de problème	0,43	0,95	-0,75	1,14
Stroop D-KFS : condition 1	0,13	0,57	0,13	0,63
Stroop D-KFS : condition 2	0,57	0,35	0,43	0,55
Stroop D-KFS : condition 3	0,57	0,61	-0,50	1,40
Stroop D-KFS : condition 4	0,40	0,66	-0,20	1,37

Globalement, les résultats ont démontré que les personnes identifiées DCL avec un score ≤ 23 au MoCA ont moins bien réussi que les participants témoins sur certaines tâches qui couvrent la mémoire et les fonctions exécutives.

Cas de DCL selon les critères de Petersen et al. (1999) avec un seuil de -1,5 *ÉT* au test de mémoire

Les prochaines analyses ont été effectuées auprès des personnes qui ont été identifiées avec DCL (*n* = 8) selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 *ÉT* aux quatre variables du CVLT (RIL, RII, RDL, RDI). Ces participants ont été comparés à un groupe de participants témoins (*n* = 8) qui ont été sélectionnés parmi l'échantillon global.

Des analyses de comparaison de moyennes ont été effectuées pour comparer les deux groupes en regard de leur âge, de leur niveau d'éducation et de leur niveau de dépression afin de s'assurer de l'homogénéité de ces variables pour les deux groupes. Les moyennes et écarts-types des deux groupes de participants sont présentés au Tableau 10. Les résultats ont démontré qu'il n'y a pas de différences significatives entre les personnes âgées du groupe témoin et celles présentant un DCL sur le plan de l'âge [$t(14) = 0,96, p > 0,05$], du niveau de scolarité [$t(14) = 0,75, p > 0,05$] et du niveau de dépression [$t(7,00) = 1,00, p > 0,05$]. Sur le plan clinique, le score des deux groupes à l'échelle de dépression gériatrique souligne l'absence de dépression.

Tableau 10

Moyennes et écarts-types pour l'âge, le niveau de scolarité et le niveau de dépression des participants témoins et DCL selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 ÉT sur la tâche de mémoire

Variables	Groupe témoin <i>n</i> = 8		Groupe DCL <i>n</i> = 8	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Âge	71,75	4,43	71,63	6,12
Scolarité	13,88	3,61	14,50	2,93
EDG	2,13	4,52	5,00	2,93

EDG : Échelle de dépression gériatrique

Par ailleurs, dans le but de confirmer que la performance des personnes DCL au test de mémoire était significativement inférieure à celle des personnes du groupe témoin, des tests-t ont été effectués sur la tâche de mémoire servant à répondre aux critères de Petersen et al. (1999), c'est-à-dire les quatre variables du CVLT (RIL, RII, RDL, RDI). Le Tableau 11 donne les moyennes et écarts-types exprimés en score *Z* pour les deux groupes de participants. Les analyses de comparaison de groupes ont démontré des différences significatives sur les quatre variables du test de mémoire : 1) CVLT, RIL [$t(13) = 7,63$, $p < 0,01$]; 2) CVLT, RII [$t(13) = 4,22$, $p < 0,01$]; 3) CVLT, RDL [$t(13) = 5,61$, $p < 0,01$]; et 4) CVLT, RDI [$t(13) = 3,85$, $p < 0,01$]. En effet, les participants DCL ont obtenu des scores plus grands ou égaux à -2 *ÉT* comparativement aux participants témoins qui, eux, sont dans les normes.

Tableau 11

Moyennes et écarts-types aux quatre variables du CVLT des participants témoins et DCL et identifiés avec les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 ÉT au test de mémoire

Items du test de mémoire	Groupe témoin <i>n</i> = 8		Groupe DCL <i>n</i> = 8	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
CVLT, RIL	0,70	0,44	-2,67	1,09
CVLT, RII	0,13	1,04	-2,44	1,29
CVLT, RLD	-0,08	0,91	-2,98	1,07
CVLT, RID	0,15	1,28	-2,25	1,14

CVLT : Test californien d'apprentissage et de mémoire verbale

Suite à la vérification de l'homogénéité des participants des deux groupes sur les variables d'appariement, des tests-t ont été effectués afin de vérifier le fonctionnement cognitif des personnes âgées avec ou sans DCL, selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 *ÉT* sur les tests du bilan neuropsychologique complet. Les résultats des deux groupes se retrouvent au Tableau 12. Les analyses de comparaison de groupes ont démontré des différences significatives entre les deux groupes sur les performances aux tests suivants : 1) CVLT, essai 3 [$t(13) = 4,07, p < 0,01$]; 2) CVLT, essai 4 [$t(13) = 2,79, p < 0,01$]; 3) CVLT, essai 5 [$t(13) = 6,61, p < 0,01$]; 4) CVLT, faux positifs [$t(7,20) = 2,88, p < 0,05$]; 5) Histoire logique I [$t(14) = 2,55, p < 0,05$]; 6) Histoire logique II [$t(14) = 3,70, p < 0,01$]; 7) Codes [$t(14) = 3,51, p < 0,01$]; 8) DO-80 [$t(14) = 2,66, p < 0,05$]; 9) Fluence verbale, condition 2 [$t(14) = 3,50, p < 0,01$];

10) Figure de Rey, rappel immédiat [$t(7) = 3,64, p < 0,01$]; 11)) Figure de Rey, rappel différé [$t(7) = 3,58, p < 0,01$]; 12) Tour de Londres, violation des règles [$t(14) = 2,59, p < 0,05$]; 13) Tour de Londres, violation du temps [$t(14) = 2,79, p < 0,05$]; 14) Tour de Londres, temps total d'exécution [$t(14) = 2,93, p < 0,01$]; 15) Tour de Londres, temps total de résolution de problèmes [$t(14) = 2,70, p < 0,05$]; 16) Stroop D-KFS, planche 3 [$t(12,26) = 2,87, p < 0,01$]; et 17) Stroop D-KFS, planche 4 [$t(14) = 2,14, p < 0,05$].

Tableau 12

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests neuropsychologiques selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 ÉT au test de mémoire

Tests neuropsychologiques	Groupe témoin <i>n</i> = 8		Groupe DCL <i>n</i> = 8	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Trail Making A	0,49	1,57	-0,24	1,16
Trail Making B	0,97	1,52	0,05	1,45
CVLT, essai 1	-0,52	1,46	-1,11	0,56
CVLT, essai 2	-0,05	2,45	-2,00	0,82
CVLT, essai 3	0,31	1,21	-1,89	0,87
CVLT, essai 4	-0,38	1,87	-2,55	1,09
CVLT, essai 5	0,68	0,54	-2,03	0,96
CVLT, intrusion	-0,54	1,23	-2,13	1,97
CVLT, persévération	-1,22	3,29	0,69	0,99
CVLT, reconnaissance	-0,25	1,40	-0,63	2,06
CVLT, faux positifs	0,20	0,64	-5,74	5,80
Histoire logique I	0,50	0,64	-0,79	1,28
Histoire logique II	0,46	0,64	-1,04	0,95
Digit span	0,75	1,29	0,21	1,28
Empan endroit	-0,63	0,68	-0,25	0,54
Empan envers	0,25	0,89	-0,13	0,79
Codes	1,08	0,92	-0,37	0,72
Blocs	0,50	1,05	-0,29	0,84
Jugement de lignes	0,62	0,68	-0,21	1,01
DO-80	0,88	0,25	0,39	0,46
Fluence verbale 1	0,50	0,85	-0,21	1,00
Fluence verbale 2	0,63	1,17	-1,21	0,91
Fluence verbale 3.1	0,00	1,30	-1,00	1,33

Tableau 12

Moyennes et écarts-types des participants témoins et DCL aux tests neuropsychologiques selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 ÉT au test de mémoire (suite)

Tests neuropsychologiques	Groupe témoin <i>n</i> = 8		Groupe DCL <i>n</i> = 8	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Fluence verbale 3.2	0,29	1,23	-0,38	1,48
Figure de Rey : copie	-1,03	0,15	-1,19	0,23
Figure de Rey : temps	-0,97	0,00	-0,98	0,02
Figure de Rey : rappel immédiat	0,56	0,86	-1,07	0,48
Figure de Rey : rappel différé	0,76	0,71	-0,99	0,75
Figure de Rey : reconnaissance	0,49	1,09	-0,69	0,73
Tour de Londres : MT	0,10	1,60	-0,74	1,59
Tour de Londres : BR	0,05	1,66	-0,43	1,92
Tour de Londres : VR	0,32	0,93	-1,14	1,30
Tour de Londres : Init	-0,08	1,35	-0,27	1,39
Tour de Londres : VT	0,41	1,18	-1,13	1,03
Tour de Londres : TÉ	0,50	1,37	-1,29	1,04
Tour de Londres : RP	0,42	1,35	-1,11	0,88
Stroop D-KFS : condition 1	0,58	0,83	-0,13	0,56
Stroop D-KFS : condition 2	0,80	0,25	0,33	0,87
Stroop D-KFS : condition 3	0,63	0,92	-1,04	1,36
Stroop D-KFS : condition 4	0,96	0,68	-0,17	1,32

Globalement, les résultats ont démontré que les participants DCL ont moins bien réussi les tâches mnésiques, exécutives et de langage que les participants témoins,

malgré qu'ils aient obtenu des résultats qui se situaient dans la moyenne aux épreuves Histoire logique I et Codes.

Partie 2 : Les approches évaluatives du DCL : test traditionnel et test virtuel (écologique)

Cette seconde partie du chapitre des Résultats expose les analyses qui servent à explorer l'évaluation traditionnelle et l'évaluation écologique dans l'identification du DCL. Rappelons ici que cette question a été explorée, dans le premier cas, à l'aide de la version traditionnelle du test de Stroop et, dans le second cas, à l'aide de sa version virtuelle. Cette seconde partie est subdivisée en quatre sections. La première section s'intéresse à des composantes de validité de la tâche virtuelle. La seconde partie vise à explorer la sensibilité du Stroop virtuel, par comparaison à celle du Stroop traditionnel, pour identifier les cas de DCL en divisant les groupes selon les scores du MoCA (< 26/30). La troisième section vise à étudier la sensibilité de la tâche virtuelle au DCL selon une classification des participants qui repose sur les critères de Petersen et al. (1999) avec un seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ au test de mémoire. Enfin, la quatrième section complète l'analyse des résultats en explorant l'expérience virtuelle chez la population à l'étude.

Analyses sur la validité de la tâche virtuelle

Les analyses qui suivent visent à vérifier la validité de la tâche virtuelle avant de procéder aux analyses qui exploreront la sensibilité de ce nouveau test pour détecter les déficits attentionnels et exécutifs chez les cas de DCL. Pour ce faire, le lecteur trouvera dans la section suivante des données sur les relations entre le rendement à la tâche

virtuelle et des tests traditionnels qui mesurent l'attention et les fonctions exécutives auprès des personnes non DCL. Pour déterminer ce groupe, nous avons choisi les participants qui sont ressortis négatifs aux deux approches évaluatives (tests de dépistage et aux critères de Petersen et al., 1999). En tout, 42 femmes et 13 hommes âgés entre 69 et 89 ans ont été identifiés.

Des analyses corrélationnelles ont d'abord été effectuées afin de vérifier les relations entre les tests traditionnels qui mesurent les fonctions attentionnelles et la première partie de la tâche virtuelle (Stroop Couleurs) qui, elle aussi, cible majoritairement les fonctions attentionnelles. Les résultats se retrouvent au Tableau 13 et démontrent un lien aux épreuves suivantes : 1) le Trail Making A [$r(92) = 0,26$, $p < 0,05$]; et 2) le sous-test Codes du WAIS-II [$r(91) = -0,38$, $p < 0,01$].

Tableau 13

Corrélations entre la performance aux tests traditionnels mesurant des fonctions attentionnelles et la première partie de la tâche virtuelle

Tests traditionnels	Coul. BR	Coul. TR
Trail Making A	-0,16	0,26*
Codes (WAIS-III)	0,13	-0,38**

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$

L'analyse de ce tableau montre la présence de corrélations significatives entre la première partie de la tâche virtuelle et plusieurs tests qui mesurent l'attention, particulièrement en ce qui a trait à la mesure du temps de réaction.

Par la suite, des analyses corrélationnelles ont été effectuées afin de vérifier les relations entre des tests traditionnels qui mesurent les fonctions exécutives et la seconde partie de la tâche virtuelle (Stroop Mots/Couleurs) qui sollicite aussi les fonctions exécutives. Les résultats ont démontré des corrélations significatives entre les variables virtuelles et plusieurs tâches traditionnelles mesurant les fonctions exécutives. C'est le cas, par exemple, pour le temps de réaction au Stroop virtuel et le Trail Making B, [$r(90) = 0,23, p < 0,05$]. Le lecteur peut consulter le Tableau 14 pour voir l'ensemble des corrélations.

Tableau 14

Corrélations entre les tests traditionnels mesurant des fonctions exécutives et la seconde partie de la tâche virtuelle

Tests traditionnels	Mots/Coul. BR	Mots/Coul. Comm.	Mots/Coul. TR
Trail Making B	-0,31**	0,42**	0,04
Empan à l'envers	0,04	-0,22**	-0,15
Tour de Londres : MT	-0,28**	0,26*	0,26*
Tour de Londres : BR	0,15	-0,26*	0,00
Tour de Londres : VR	-0,22*	0,13	0,24
Tour de Londres : VT	-0,01	-0,01	0,12
Tour de Londres : Init	0,01	-0,16	0,02
Tour de Londres : TÉ	-0,30**	0,20	0,26*
Tour de Londres : RP	-0,28**	0,14	0,26*

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$

Enfin, pour compléter les analyses de validité de la tâche virtuelle, d'autres corrélations ont été faites entre ce nouveau test et sa version traditionnelle. Les résultats, qui se retrouvent au Tableau 15, ont démontré plusieurs corrélations significatives entre le test traditionnel et la tâche virtuelle, et ce, pour la majorité des variables (nombre de bonnes réponses, nombre de commissions et temps de réaction).

Tableau 15

Corrélations entre la performance au Stroop traditionnel et le Stroop virtuel

	Coul. BR	Coul. Comm.	Coul. TR	Mots/Coul. BR	Mots/Coul. Comm.	Mots/Coul. TR
Stroop D-KFS : condition 1	-0,12	0,17	0,46**	-0,24*	0,20	0,44**
Stroop D-KFS : condition 3	-0,18	0,31**	0,40**	-0,51**	0,45**	0,51**

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$

Dans l'ensemble, les analyses corrélationnelles qui ont été réalisées dans la présente section supporte la validité de la tâche virtuelle à l'effet qu'elle cible les fonctions attentionnelles et exécutives.

Sensibilité de la tâche virtuelle à l'identification des déficits attentionnels et exécutifs auprès des personnes ayant un DCL selon le MMSE

Cette section vise à vérifier si la tâche virtuelle parvient à identifier des déficits attentionnels et exécutifs chez des personnes qui sont identifiées DCL selon le seuil de 26 au MMSE. Des analyses de comparaison de groupes ont également été faites sur le rendement donné au Stroop traditionnel afin de vérifier si la tâche virtuelle était plus sensible à ces déficits que ne l'était la tâche traditionnelle. Les analyses, appliquées sur les résultats qui se retrouvent au Tableau 16 pour chacun des deux groupes, n'ont démontré aucune différence entre les participants avec DCL et le groupe témoin.

Tableau 16

Moyennes et écarts-types au test de Stroop virtuel et traditionnel pour les participants témoins et DCL selon la classification issue du MMSE

	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Classe virtuelle				
Couleurs				
Bonnes réponses	71,50	0,58	67,75	7,23
Commissions	0,75	0,50	4,00	2,94
Temps de réaction	0,73	0,03	0,73	0,08
Classe virtuelle				
Mots/Couleurs				
Bonnes réponses	70,00	2,83	58,75	9,98
Commissions	2,25	1,25	6,00	4,08
Temps de réaction	0,79	0,06	0,81	0,12
Stroop D-KFS				
Couleurs				
Temps de réponse Condition 1	27,25	4,35	30,00	5,60
Bonnes réponses Condition 1	49,75	0,50	49,75	0,50
Stroop D-KFS				
Mots/Couleurs				
Temps de réponse Condition 3	57,00	7,53	98,50	55,58
Bonnes réponses Condition 3	49,00	0,82	47,50	1,92

Sensibilité de la tâche virtuelle à l'identification des déficits attentionnels et exécutifs auprès des personnes ayant un DCL selon le MoCA au seuil < 26

Cette section vise à vérifier si la tâche virtuelle parvient à identifier des déficits attentionnels et exécutifs chez des personnes qui sont identifiées DCL selon le seuil de 26 au MoCA. Des analyses de comparaison de groupes ont également été faites sur le rendement donné au Stroop traditionnel afin de vérifier si la tâche virtuelle était plus sensible à ces déficits que ne l'était la tâche traditionnelle. Les analyses, appliquées sur les résultats qui se retrouvent au Tableau 17 pour chacun des deux groupes, ont démontré des différences significatives entre les deux groupes sur une des quatre variables du Stroop D-KFS : 1) Mots/Couleurs : temps de réponse [$t(39,03) = -12,56$, $p < 0,05$] et sur trois des six variables du Stroop virtuel : 1) Couleurs : nombre d'erreurs de commission [$t(30,67) = -1,46$, $p < 0,01$]; 2) Mots/Couleurs : nombre de bonnes réponses [$t(26,25) = 5,45$, $p < 0,01$]; et 3) Mots/Couleurs : nombre d'erreurs de commissions [$t(34,64) = -1,95$, $p < 0,01$]. Ainsi, les participants avec un DCL ont fait davantage d'erreurs de commissions et ont produit moins de bonnes réponses que les participants témoins dans la tâche virtuelle. Les résultats supportent donc l'idée que l'évaluation en modalité virtuelle est plus sensible que l'évaluation traditionnelle pour détecter les déficits attentionnels et exécutifs du DCL.

Tableau 17

Moyennes et écarts-types au test de Stroop virtuel et traditionnel pour les participants témoins et DCL selon la classification issue du MoCA au seuil < 26

	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Classe virtuelle				
Couleurs				
Bonnes réponses	71,29	1,16	68,58	9,79
Commissions	0,58	0,78	2,04	2,38
Temps de réaction	0,66	0,08	0,67	0,08
Classe virtuelle				
Mots/Couleurs				
Bonnes réponses	69,93	2,09	64,48	9,30
Commissions	2,41	1,55	4,36	3,11
Temps de réaction	0,80	0,11	0,80	0,12
Stroop D-KFS				
Couleurs				
Temps de réponse Condition 1	31,19	6,21	31,67	4,39
Bonnes réponses Condition 1	49,37	1,01	49,67	0,48
Stroop D-KFS				
Mots/Couleurs				
Temps de réponse Condition 3	61,37	13,49	73,93	26,01
Bonnes réponses Condition 3	49,04	1,46	48,33	1,82

Sensibilité de la tâche virtuelle à l'identification des déficits attentionnels et exécutifs auprès des personnes ayant un DCL selon le MoCA au seuil ≤ 23

Des tests-t ont également été effectués chez les personnes identifiées DCL selon le MoCA au seuil de ≤ 23 afin de vérifier si la performance au Stroop virtuel diffère du Stroop traditionnel chez les sujets DCL versus les normaux. Les analyses de comparaison de groupes ont démontré des différences significatives entre les deux groupes sur deux des quatre variables du Stroop traditionnel Mots/Couleurs au temps de réponse [$t(18) = -28,80, p < 0,05$] et au nombre de bonnes réponses [$t(18) = 1,90, p < 0,05$] et sur une des six variables du Stroop virtuel aux Mots/Couleurs sur le nombre d'erreurs de commission [$t(17) = -2,40, p < 0,05$]. Les résultats démontrent qu'avec un tel seuil, les sujets DCL prennent beaucoup plus de temps pour exécuter la tâche traditionnelle Mots/Couleurs et ont de moins bonnes performances que les sujets sains. De plus, ces personnes auraient davantage de difficulté à inhiber leur comportement puisqu'ils font deux fois plus de commissions. L'ensemble de ces résultats supporte aussi l'idée que les sujets DCL ont davantage de difficultés sur les processus exécutifs que les participants âgés normaux. Les moyennes et écarts-types aux diverses tâches pour les deux groupes sont présentés au Tableau 18.

Tableau 18

Moyennes et écarts-types au test de Stroop virtuel et traditionnel pour les participants témoins et DCL selon la classification issue du MoCA au seuil ≤ 23

Variables du Stroop	Normaux		DCL	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Classe virtuelle				
Couleurs				
Bonnes réponses	71,00	1,69	70,60	1,71
Commissions	0,38	0,74	2,50	2,80
Temps de réaction	0,6495	0,0830	0,7055	0,0658
Classe virtuelle				
Mots/Couleurs				
Bonnes réponses	69,90	2,38	64,89	8,13
Commissions	2,60	1,58	5,00	2,60
Temps de réaction	0,8135	0,1142	0,8500	0,1281
Traditionnel				
Couleurs				
Temps de réponse Condition 1	30,00	7,20	32,20	3,46
Bonnes réponses Condition 1	49,20	1,23	49,70	0,49
Traditionnel				
Mots/Couleurs				
Temps de réponse Condition 3	58,30	15,03	87,10	35,39
Bonnes réponses Condition 3	49,00	1,70	47,20	1,91

Sensibilité de la tâche virtuelle à l'identification des déficits attentionnels et exécutifs auprès des personnes ayant un DCL selon les critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 ÉT au test de mémoire

Afin de poursuivre les analyses sur la sensibilité de la tâche virtuelle pour détecter les déficits attentionnels et exécutifs qui sont associés au DCL, des analyses de comparaison de groupes ont été effectuées en classant les participants DCL et non DCL selon les critères de Petersen et al. (1999) selon un seuil $\leq 1,5$ ÉT au test de mémoire. Les analyses de comparaison, appliquées sur les résultats des deux groupes qui se retrouvent au Tableau 19, ont démontré des différences significatives entre les deux groupes au Stroop traditionnel à une des quatre variables, soit le Stroop D-KFS couleurs sur le temps de réponse [$t(14) = -2,46, p < 0,05$]. Par ailleurs, des différences significatives entre les deux groupes ont aussi été observées sur une des six variables du Stroop virtuel, soit le Stroop Mots/Couleurs au nombre total de bonnes réponses [$t(13) = 3,01, p > 0,05$]. Ainsi, les résultats obtenus supportent l'idée que l'évaluation en modalité virtuelle est au moins aussi sensible que l'évaluation traditionnelle pour détecter certains déficits chez les participants DCL. Toutefois, une analyse de la spécificité des composantes qui ont été échouées par les participants DCL permet de proposer que le Stroop, dans sa version traditionnelle, serait sensible aux déficits de l'attention (en effet, les difficultés sont notées à la planche 1 qui sollicite davantage l'attention), tandis que le Stroop, dans sa version virtuelle, serait plutôt sensible aux déficits exécutifs (les déficits sont observés dans la deuxième partie de la tâche, celle qui sollicite davantage l'inhibition).

Tableau 19

Moyennes et écarts-types au test de Stroop virtuel et traditionnel pour les participants témoins et DCL selon la classification issue des critères de Petersen et al. (1999) au seuil de -1,5 ÉT au test de mémoire

	Groupe témoin <i>n</i> = 8		Groupe DCL <i>n</i> = 8	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Classe virtuelle				
Couleurs				
Bonnes réponses	71,25	1,04	68,63	4,96
Commissions	0,75	1,17	3,13	3,23
Temps de réaction	0,66	0,10	0,73	0,05
Classe virtuelle				
Mots/Couleurs				
Bonnes réponses	69,43	4,69	58,63	8,40
Commissions	2,86	2,27	5,63	2,83
Temps de réaction	0,80	0,12	0,88	0,10
Stroop D-KFS				
Couleurs				
Temps de réponse Condition 1	29,00	6,53	33,75	3,58
Bonnes réponses Condition 1	49,38	1,06	49,38	0,74
Stroop D-KFS				
Mots/Couleurs				
Temps de réponse Condition 3	59,25	17,66	95,25	37,37
Bonnes réponses Condition 3	49,38	1,77	48,38	1,60

L'expérience virtuelle

Ces analyses dévoilent comment se sont comportés les participants avec ou sans DCL au niveau de l'expérience virtuelle. Les mesures présentées portent sur la présence ou non de cybermalaises, leur niveau de propension à l'immersion, leur état de présence dans l'appartement virtuel ainsi que leur appréciation de l'expérience virtuelle. Pour ce faire, les participants DCL qui ont été identifiés selon leur rendement au MoCA avec un seuil < 26 ont été jumelés aux participants d'un groupe témoin qui sont comparables en regard de l'âge, du genre et de leur niveau de scolarité.

Cybermalaises

Des tests-t ont été effectués afin de vérifier s'il y avait des différences entre les deux groupes en regard de la quantité de cybermalaises. Les moyennes et écarts-types des deux groupes se retrouvent au Tableau 20. Même si la quantité de symptômes de cybermalaises est extrêmement faible, les analyses de comparaison de groupes ont démontré, en défaveur des participants avec DCL, des différences significatives au niveau des troubles oculomoteurs [$t(52) = -2,95, p < 0,01$] et au niveau de la désorientation [$t(34,83) = 2,49, p < 0,05$]. Toutefois, aucune différence n'a été relevée au niveau des nausées.

Tableau 20

Moyennes et écarts-types des cybermalaises en RV pour les participants témoins et DCL

	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Cybermalaises				
Nausées	7,81	1,00	8,52	1,93
Oculomoteur	8,63	1,67	11,11	4,03
Désorientation	7,96	1,35	9,63	3,21

Propension à l'immersion

Les analyses de comparaison de groupes n'ont démontré aucune différence significative sur l'ensemble des variables qui couvrent la propension à l'immersion (focus, implication, émotion et jeu). Les moyennes et écarts-types aux diverses composantes de la propension à l'immersion pour les deux groupes sont présentés au Tableau 21.

Tableau 21

Moyennes et écarts-types du niveau de propension à l'immersion pour les participants témoins et DCL

Variables	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Focus	23,52	4,83	24,56	4,32
Implication	13,67	7,04	3,26	5,07
Émotion	11,30	4,59	10,63	3,22
Jeu	6,11	2,82	6,93	3,69

Sentiment de présence

Les analyses de comparaison de groupes n'ont démontré aucune différence significative à l'ensemble des composantes qui couvrent l'évaluation du sentiment de présence (réalisme, possibilité d'agir, qualité de l'interface et la possibilité d'examiner). Par contre, on note une différence significative entre les deux groupes sur l'autoévaluation de la performance [$t(50) = 2,70, p < 0,01$], où les participants témoins ont obtenu un meilleur score. Les moyennes et écarts-types aux diverses composantes du sentiment de présence pour les deux groupes sont présentés au Tableau 22.

Tableau 22

Moyennes et écarts-types sur le sentiment de présence pour les participants témoins et DCL

Variables	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Réalisme	32,00	6,96	30,59	7,47
Possibilité d'agir	18,65	5,33	16,26	4,43
Qualité de l'interface	14,56	4,78	14,26	3,67
Possibilité d'examiner	14,12	3,14	12,96	3,04
Autoévaluation de la performance	12,08	1,80	10,37	2,65

Appréciation de l'expérience en RV

Les analyses de comparaison de groupes n'ont démontré aucune différence significative dans l'expérience des participants sur les composantes mesurant le niveau de familiarité avec l'utilisation de l'ordinateur et l'appréciation de l'expérience. Une différence significative est cependant notée sur le fait de se sentir à l'aise dans l'environnement virtuel [$t(52) = 2,51, p < 0,05$]. À cette échelle, les participants du groupe témoin se sentaient légèrement plus à l'aise que les participants DCL. Les moyennes et écarts-types aux diverses tâches pour les deux groupes sont présentés au Tableau 23.

Tableau 23

Moyennes et écarts-types de l'expérience en RV pour les participants témoins et DCL

Variables	Groupe témoin <i>n</i> = 27		Groupe DCL <i>n</i> = 27	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Je joue sur des jeux à l'ordinateur	2,81	2,06	2,63	1,84
Je me sentais à l'aise dans l'environnement virtuel	4,63	1,80	4,11	1,65
J'ai apprécié mon expérience dans la RV	5,85	1,03	5,07	1,24
Je suis satisfaite de mon expérience dans la RV	6,15	1,13	5,41	1,62
Si je pouvais recommencer cette expérience, je le referais	6,15	1,07	5,44	1,53

Discussion

Dans cette première partie, nous allons discuter des résultats obtenus selon les deux méthodes évaluatives choisies pour identifier les personnes présentant un DCL, c'est-à-dire les deux tests de dépistage et l'application des critères de Petersen et al. (1999) associés à un test standardisé de mémoire au seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$. Cela nous mènera à la confrontation de nos hypothèses de recherche. Rappelons au lecteur que nous avons administré, à 93 personnes âgées vivant en communauté, le MoCA, le MMSE et un bilan neuropsychologique complet afin d'évaluer le profil cognitif des participants et de voir la contribution de ces différentes approches évaluatives dans la détection du DCL.

Le MMSE comme outil de dépistage du DCL

Tout d'abord, regardons les résultats obtenus en utilisant le MMSE pour détecter les personnes avec DCL. Les conclusions obtenues viennent appuyer ce qui est rapporté par certains auteurs, sur le fait que le MMSE ne soit pas assez sensible pour identifier les déficits cognitifs légers chez les personnes âgées (Athilingam et al., 2011; Damian et al., 2011; Nasreddine et al., 2005). En effet, avec cet outil de dépistage, seulement 4 % des personnes présentaient un DCL comparativement à 29 % avec le MoCA et 9 % selon les critères de Petersen et al. (1999). Il n'est toutefois pas surprenant d'obtenir cette variation au niveau du taux de détection du DCL, car il reflète bien les divergences relevées dans les écrits scientifiques. Comme le mentionne Ward et al. (2012), les taux

de prévalence varieraient entre 3,6 et 42 %, et ce, selon la définition donnée et les outils psychométriques choisis pour identifier les DCL. Il faut néanmoins souligner ici que le MMSE n'a atteint que le taux le plus bas d'identification de personnes DCL parmi les différentes approches qui ont été retenues dans la présente thèse.

Performance au bilan neuropsychologique des participants identifiés DCL à l'aide du MMSE

Rappelons ici que les participants qui ont été identifiés DCL à l'aide du MMSE, selon un seuil < 26 , ont été comparés à des participants non DCL en regard de leur rendement aux tests du bilan neuropsychologique. Cela nous a permis d'approfondir les caractéristiques cognitives de ces personnes DCL. Les résultats démontrent qu'aucune différence significative n'a été relevée entre le groupe DCL et le groupe témoin à l'exception du 1^{er} rappel du CVLT. Malgré ces données, si l'on regarde les scores obtenus au bilan neuropsychologique on observe que les personnes avec DCL ont présenté davantage de difficultés à mémoriser la liste de mots. En effet, à l'épreuve du CVLT, ils ont obtenu des résultats qui se situent dans la moyenne faible ($-1,0 \geq Z \leq -1,5 \text{ ÉT}$) ou déficitaires ($Z > -1,5 \text{ ÉT}$) comparativement aux participants témoins qui eux se situaient dans la moyenne ou la moyenne faible. Ainsi, d'un point de vue clinique, les participants identifiés DCL avec le MMSE présenteraient un profil cognitif similaire aux personnes sans DCL avec certaines difficultés mnésiques.

Le MoCA comme outil de dépistage du DCL

À l'inverse du MMSE, le MoCA a obtenu le plus haut taux de détection des personnes DCL, soit 29 % de l'échantillon. Si le MMSE n'apparaît pas suffisamment sensible, on pourrait proposer que le MoCA le soit trop. Globalement, les résultats obtenus de nos analyses avec le MoCA arrivent à des conclusions similaires déjà publiées (Athilingam et al., 2011; Dong et al., 2010; Nasreddine et al., 2005). En effet, les participants DCL performant moins bien que les participants témoins sur quatre des items du MoCA < 26 et sur deux variables au MoCA ≤ 23 . De plus, ce sont les items qui mesurent les habiletés visuospatiales/exécutives, l'attention, le langage et la mémoire (rappel de mots) qui sont moins bien réussis ou échoués par les participants. À cet effet, aucun des 27 participants DCL n'a pu rappeler les cinq mots à l'item de mémoire du MoCA, et ce, peu importe le seuil utilisé (≤ 23 ou < 26).

MoCA au seuil < 26

Regardons maintenant les caractéristiques des participants qui ont été identifiés DCL ou non par le MoCA. Premièrement, avec le seuil < 26 , 27 participants, soit 29 % de l'échantillon, ont été classés DCL. Parmi ces participants, 6 (7 %) ont aussi été détectés avec les critères de Petersen et al. (1999). Ils ont donc été diagnostiqués par les deux approches. Par ailleurs, nous observons que 2 participants sur 8 (25 %) qui ont été identifiés par les critères de Petersen et al. n'ont pas été identifiés par le MoCA. Afin d'augmenter notre compréhension, nous avons approfondi l'analyse du profil de ces 2 participants et nous avons relevé les caractéristiques suivantes : 1) ils ont 17 et 18 ans

de scolarité; 2) au MoCA, ils ont obtenu un score de 27 et de 28 sur trente; 3) au MoCA, ils ont perdu leurs points sur la tâche de mémoire lors du rappel; et 4) ils ont rapporté des plaintes mnésiques. Ces observations nous portent à croire, pour les personnes qui présenteraient ce type de profil, qu'il serait pertinent d'investiguer davantage en les référant en neuropsychologie afin d'explorer les facteurs, comme le haut niveau de scolarité, qui pourraient masquer la présence d'un DCL au MoCA. Il faudrait alors objectiver la présence ou non d'un déficit de la mémoire par l'administration d'un test standardisé.

MoCA au seuil ≤ 23

En analysant les résultats des participants DCL avec un seuil ≤ 23 au MoCA, on constate que 10 participants ont été identifiés DCL, soit 11 % de l'échantillonnage. Parmi ces participants, 4 personnes ont également été détectées selon les critères de Petersen et al. (1999). Parmi les quatre personnes avec DCL, identifiées selon les critères de Petersen et al. et qui n'ont pas été dépistées par le MoCA, on retrouve les 2 participants dont les caractéristiques ont été décrites au paragraphe précédent. Les deux autres personnes présentent les caractéristique suivantes : 1) au MoCA, elles ont obtenu un score de 24 sur 30; 2) elles ont perdu des points sur la tâche de mémoire lors du rappel; et 3) elles ont perdu des points sur un des autres items du MoCA, soit la tâche de construction pour un participant et le test exécutif pour le second. De plus, l'un de ces deux participants avait perdu cinq de ses points à la tâche de mémoire, soit le rappel des cinq mots. Ce participant présentait effectivement des troubles mnésiques importants

puisqu'il avait obtenu un score de $-2,5 \text{ \acute{E}T}$ sous la moyenne aux tâches mnésiques du bilan neuropsychologique. Toutes ces analyses des profils de ces participants laissent croire qu'ils avaient effectivement des déficits pouvant être associés à un DCL, mais que le seuil ≤ 23 au MoCA n'a pas permis de les détecter. Finalement, en comparaison au seuil < 26 , il y a 17 personnes DCL de moins qui ont été ciblées par le MoCA au seuil ≤ 23 , et par le fait même, possiblement moins de faux positifs. Toutefois, nous observons qu'avec un tel seuil (≤ 23), la moitié des participants identifiés DCL selon les critères de Petersen et al. n'a pas été détectée par le MoCA.

Performance au bilan neuropsychologique des participants identifiés DCL à l'aide du MoCA

Les participants qui ont été identifiés DCL à l'aide du MoCA, selon un seuil < 26 ou ≤ 23 , ont également été comparés à des participants non DCL afin de voir leur rendement aux tests du bilan neuropsychologique. Globalement, lorsque l'on regarde la performance des personnes DCL au bilan neuropsychologique, les résultats ont démontré des différences significatives entre le groupe DCL et le groupe témoin sur certaines tâches qui couvrent la mémoire et les fonctions exécutives. Toutefois, on observe, peu importe le seuil utilisé (< 26 ou ≤ 23), que les participants DCL obtiennent des performances qui se situent dans la norme sur la majorité des épreuves psychométriques du bilan neuropsychologique. Regardons maintenant les résultats obtenus selon le seuil choisi.

Avec un seuil < 26 au MoCA, les participants DCL se situent dans la moyenne faible ($-1,0 \geq Z \geq -1,4$ *ÉT*) pour les tâches de rappels immédiats et différés au CVLT par rapport aux participants non DCL témoins qui, eux, se situent dans la moyenne ($1,0 \leq Z \leq -1,0$). Ainsi, un léger affaiblissement mnésique différencierait les participants sains du groupe DCL. De même, le portrait est relativement similaire avec le seuil ≤ 23 au MoCA. Toutefois, un léger affaiblissement serait aussi observé lorsque les participants apprennent une liste de mots puisque leurs scores se situent dans la moyenne faible sur les cinq essais du CVLT. De plus, à l'épreuve de la Tour de Londres, ils prenaient plus de temps que les participants sains pour faire les déplacements des boules (temps d'exécution) puisqu'ils se situent également dans la moyenne faible. Cependant, à ce seuil (≤ 23), ce qui différencie les participants DCL, c'est qu'ils échouent la tâche mnésique (CVLT) au niveau des rappels libres immédiats et différés et qu'ils obtiennent un score $< -1,5$ *ÉT* sous la moyenne. Ceci démontre que les participants qui obtiennent un score global de 23 et moins au MoCA présentent des difficultés légères d'apprentissage, mais sont encore capables d'apprendre une liste de mots. Toutefois, ces informations ne sont pas parfaitement maintenues dans le temps puisque ces personnes échouent l'épreuve de rappel différé libre comparativement aux participants identifiés DCL avec le seuil < 26 qui, eux, réussissent un peu mieux cette tâche. De plus, malgré que leurs performances en rappel différé soient plus faibles que les témoins, l'ajout d'indices sémantiques aide à améliorer la performance, et ce, pour les deux groupes. Ainsi, d'un point de vue clinique, au rappel différé indicé, le groupe de participants non DCL qui, en rappel différé libre, se situait dans la moyenne faible, se normalise. Par

contre, les personnes avec DCL obtiennent une performance plus basse puisqu'elles se situent dans la moyenne faible, même au rappel indicé. En somme, on observe que les personnes identifiées DCL au MoCA présentent effectivement un affaiblissement mnésique et que si l'on abaisse le seuil à ≤ 23 , les difficultés mnésiques sont encore plus prédominantes. De plus, à ce niveau, on relève aussi un début d'affaiblissement au niveau des fonctions exécutives. L'ensemble de ces données démontre également que, sur le plan cognitif, les personnes avec DCL se retrouvent sur un continuum entre le vieillissement normal et pathologique.

Profil cognitif des participants DCL selon les critères de Petersen et al. (1999)

Cette partie explore le profil cognitif des personnes identifiées DCL selon les critères de Petersen et al. (1999) associés à un test standardisé de mémoire au seuil le plus couramment utilisé dans la littérature, soit $-1,5 \text{ } \acute{E}T$. Les résultats démontrent que les participants DCL réussissent moins bien les tâches mnésiques, exécutives et de langage que les participants témoins. Malgré tout, à certaines épreuves cognitives telles que Histoire logique I (test de mémoire), DO-80 (test de langage) et Codes (test d'attention) ainsi qu'au Stroop D-KEFS à la condition 4 (test de flexibilité mentale : FE), les personnes DCL obtiennent des résultats qui se situent toujours dans la moyenne. Ainsi, malgré qu'il existe statistiquement un écart significatif sur ces tâches entre les participants non DCL et les personnes DCL, d'un point de vue clinique, si l'on ne fait qu'observer les scores Z individuels, il n'est pas possible de différencier les participants DCL des participants témoins. De même, à certaines épreuves, les performances sont

dans la moyenne faible, comme au test de la Tour de Londres sur le temps d'exécution ou aux conditions 2 et 3.1, et du test de Fluence verbale. Ceci démontre que les participants DCL présentent un peu plus de difficultés à réaliser des tâches qui mesurent certaines fonctions exécutives telles que la planification, la résolution de problèmes et la flexibilité mentale. Toutefois, avec cette approche de classification (Petersen et al., 1999), les difficultés mnésiques sont facilement identifiables. En effet, ce qui distingue de façon remarquable les personnes DCL des participants sains selon cette approche, c'est que les participants DCL ont des difficultés majeures à l'épreuve mnésique du CVLT où ils obtiennent des scores moyens $\leq -2 \text{ } \acute{E}T$ comparativement aux participants témoins. Dans l'ensemble, ces résultats démontrent également que le DCL se situe bien sur un continuum entre le vieillissement normal et pathologique.

Comparaison du profil cognitif des participants identifiés DCL selon le MoCA ou selon les critères de Petersen et al. (1999)

Lorsque l'on considère le portrait cognitif des 27 participants DCL identifiés au MoCA au seuil recommandé par l'auteur (< 26) et les 8 personnes DCL identifiées selon les critères de Petersen et al. (1999), les analyses démontrent un écart significatif entre les personnes DCL et non DCL sur plusieurs épreuves du bilan neuropsychologique telles que les sous-tests Histoire logique, la Tour de Londres, etc. Toutefois, à ces épreuves, les résultats obtenus par les participants identifiés DCL au MoCA se situent principalement dans la moyenne comparativement aux participants identifiés selon les critères de Petersen et al. où l'on observe soit un plus grand nombre de sphères cognitives affaiblies, soit des déficits encore plus sévères. De plus, du point de vue

clinique, malgré que les participants DCL aient perdu des points sur les items « Langage » et « Visuospatial/Exécutif » du MoCA, ils se situent dans la moyenne sur des épreuves similaires qui évaluent ces fonctions au bilan neuropsychologique. C'est le cas, par exemple, de ce qui peut s'observer au test de langage DO-80 ou à la condition 2 du D-KEFS en Fluence verbale. Ainsi, bien que le MoCA ait pu détecter 6 participants sur les 8 qui ont été identifiés selon les critères de Petersen et al., l'utilisation de ces derniers critères permet d'identifier des personnes qui présentent des atteintes cognitives plus variées, soit dans les sphères de la mémoire et des fonctions exécutives, comme dans les portraits précédents, mais aussi dans le domaine de l'attention et du langage.

Ayant en tête toutes les informations qui ont été présentées dans les paragraphes précédents, nous allons maintenant faire un retour sur les prédictions en lien avec nos trois premières hypothèses de recherche.

Hypothèse 1

Rappelons que l'hypothèse 1 stipulait que le MoCA serait plus sensible que le MMSE pour identifier les cas de DCL. Sur la base des analyses précédentes, la présente étude supporte cette hypothèse, principalement parce que le MMSE détecte un taux très bas de DCL dans notre échantillon, soit seulement 4 %, ce qui se situe au niveau le plus bas des taux d'incidence répertoriés dans les écrits scientifiques. Cela laisse penser que plusieurs cas de DCL ne seraient pas détectés par cet outil. À l'opposé, le MoCA est l'approche évaluative la plus sensible et permet d'identifier 29 % des cas de DCL dans

notre échantillon en se basant sur un seuil < 26 , tandis que le taux de DCL est de 11 % selon un seuil ≤ 23 . Ces taux se retrouvent entre les taux rapportés dans les écrits scientifiques, soit entre 3,6 et 42 %. Par rapport au MMSE, l'utilisation du MoCA pourrait entraîner un plus grand nombre de faux positifs, c'est-à-dire d'identifier des personnes DCL qui ne le sont pas mais, cliniquement, cela apparaît plus valable que l'inverse. Par ailleurs, les déficits cognitifs qui sont rencontrés chez ces participants DCL se situent particulièrement sur le plan de la mémoire et des fonctions exécutives, ce qui concorde avec le portrait neuropsychologique attendu auprès de cette clientèle.

Hypothèse 2

L'hypothèse 2 stipulait qu'au MoCA, le seuil ≤ 23 serait plus sensible que celui < 26 pour cibler les participants ayant un DCL. Les résultats ont démontré que finalement, le seuil ≤ 23 n'est pas plus approprié pour identifier les participants DCL que ne l'est le seuil < 26 . Il est vrai que la quantité de cas de DCL est moins grande avec le seuil ≤ 23 , ce qui peut réduire le nombre de faux positifs. Par contre, dans les deux cas, les portraits neuropsychologiques reflètent des niveaux de performances qui, d'une part, ne sont que légèrement affaiblis et, d'autre part, touchent principalement le fonctionnement mnésique et exécutif. Ces portraits sont ainsi cohérents par rapport aux attentes. Enfin, il y a peu de cas de DCL identifiés par le MoCA qui ont aussi été identifiés par les critères de Petersen et al. (1999), soit seulement 7 % avec le seuil < 26 et seulement 4 % avec le seuil ≤ 23 ; cette méthode étant probablement la plus rigoureuse des trois.

Ceci nous a amenés à porter notre attention sur les items qui étaient davantage échoués au MoCA. En effet, nous avons observé qu'aucun des participants DCL n'avait réussi la tâche de mémoire qui consistait à rappeler cinq mots et que cet item était le plus échoué du test. Il faut aussi souligner que certains participants sans DCL ont échoué l'épreuve mnésique du MoCA alors qu'ils avaient réussi le CVLT. À partir de ces observations, nous nous sommes questionnés sur ce qui pouvait expliquer ces échecs. Nos hypothèses sont que les exigences sont différentes pour le MoCA et le CVLT et que ces différences se situent au niveau 1) de l'encodage de l'information puisqu'au CVLT les participants ont cinq essais pour apprendre la liste de mots, ce qui permet un apprentissage plus en profondeur comparativement au MoCA où les participants n'ont que deux essais; et 2) du nombre de mots à retenir n'est pas le même pour chacun des tests, soit 16 au CVLT et 5 au MoCA, ce qui n'implique pas nécessairement la même utilisation des processus mnésiques.

Hypothèse 3

Rappelons que l'hypothèse 3 stipulait que les critères de Petersen et al. (1999), associés à un test standardisé de mémoire au seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$, seraient plus sensibles que les approches de dépistage pour cibler les participants ayant un DCL. À la lumière des résultats obtenus, il nous apparaît plus prudent d'utiliser ces critères que les approches de dépistage puisqu'ils permettent de mieux classifier les personnes DCL des témoins. Les résultats iraient donc dans le sens de l'hypothèse. Le taux d'identification de cas de DCL selon cette approche est de 9 %. Ce taux est supérieur à celui du MMSE (4 %) et

inférieur à celui du MoCA (29 %). Il se rapproche par ailleurs du taux obtenu avec le MoCA au seuil ≤ 23 (11 %). Le portrait neuropsychologique de ces participants DCL souligne des déficits attendus dans les sphères de la mémoire et des fonctions exécutives. En effet, il est bien documenté dans les écrits scientifiques que les personnes DCL présentent un dysfonctionnement dans les habiletés attentionnelles et exécutives (Belleville et al., 2007; Dannhauser et al., 2005; Edwards et al., 2005, 2006; Okonkwo et al., 2008; Saunders & Summers, 2011; Traykov et al., 2007; Zheng et al., 2012). D'ailleurs, les études de neuroimageries ont démontré un dysfonctionnement frontal lors d'exécution de tâches exécutives chez les personnes avec DCL (Dannhauser et al., 2005; Figueredo Balthazar & Damasceno, 2008; McDonald et al., 2012; Rosano et al., 2005; Saykin et al., 2004). De plus, avec cette approche, on cible des participants qui présentent un plus grand nombre de sphères cognitives altérées ou qui ont des déficits encore plus sévères que ceux observés chez les participants identifiés avec le MoCA, et ce, même avec un seuil ≤ 23 . Toutefois, il faut souligner ici que l'identification de ces derniers déficits n'a été possible qu'en utilisant le bilan neuropsychologique complet, ce qui ne fait pas partie d'emblée des critères de Petersen et al. (1999). Ainsi, l'utilisation de cette approche, sans un bilan neuropsychologique complet, ne permet pas de mettre en évidence de tels déficits. Il faut donc l'ajouter à la démarche pour mieux identifier les personnes DCL.

À la lumière de l'ensemble des résultats obtenus sur les approches évaluatives du DCL, on constate l'importance du seuil choisi pour identifier les personnes âgées qui

présentent un DCL et de la pertinence du jugement clinique. En effet, si l'on choisit d'établir nos critères avec un score < 26 au MoCA, comme proposé par Nasreddine et al. (2005), le risque d'identifier à tort des individus comme étant DCL (faux positifs) risque d'être élevé. Ainsi, on pourrait assister à une prise en charge ou à une médicalisation d'un phénomène qui pourrait tout simplement n'être relié qu'au vieillissement normal. À l'inverse, si l'on choisit un seuil de $-2 \text{ } \acute{E}T$ sous la moyenne selon les critères de Petersen et al. (1999), comme le propose Waldron-Perrine et Axelrod (2012), ou un score ≤ 23 au MoCA comme dans notre étude et dans celles de (Blackburn et al., 2011; Coen et al., 2011; McLennan et al., 2011), le risque de ne pas dépister les personnes aux prises avec un DCL et qui risquent de développer une MA est possible. D'un point de vue clinique, le fait d'identifier avec plus de justesse les difficultés cognitives que rencontre cette population permettrait de mieux saisir leur impact sur le quotidien de la personne. Par le fait même, ceci permettrait aux professionnels d'adapter le plan d'intervention à la réalité de la personne avec DCL et d'apporter des recommandations qui aideront l'individu à pallier aux déficits identifiés. Advenant l'impossibilité d'avoir accès au service d'un neuropsychologue, l'utilisation des critères de Petersen et al. avec un test de mémoire tel que le CVLT, au seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$, apparait une option intéressante car elle permet probablement de mieux identifier les personnes DCL que ne le peuvent les approches de dépistage.

L'ensemble de ces conclusions nous renvoie aux controverses rapportées par différents auteurs sur la nécessité d'obtenir un consensus sur la définition du DCL

(Blackburn et al., 2011; Coen et al., 2011; Ward et al., 2012). Par le fait même, elles renvoient aussi aux questionnements qui portent sur les différents outils d'évaluation et de dépistage ainsi que sur l'importance de déterminer les seuils idéaux à utiliser pour diagnostiquer précocement les personnes âgées avec DCL. En ce sens, cette étude apporte quelques réponses à nos questionnements, mais reflète toujours la complexité que rencontrent les cliniciens et les chercheurs lorsqu'il s'agit d'identifier de légers déficits cognitifs chez les personnes âgées, c'est-à-dire dès leur apparition.

En définitive, les personnes avec DCL se situent bien sur un continuum entre le vieillissement normal et pathologique. Cela s'accorde avec les positions qui ont été récemment prises par l'Association américaine de psychiatrie (APA, 2013) qui, dans le DSM-V, place les troubles neurocognitifs (TNC¹) sur un continuum allant de légers (DCL) à importants (démence). Selon ces critères, lors du vieillissement pathologique, on observerait une détérioration progressive des fonctions cognitives, soit en fonction du nombre de sphères touchées (attention, mémoire, fonctions exécutives, etc.), soit en fonction de leur gravité. De même, selon les autres changements apportés au DSM-V, on souligne que l'affaiblissement de la mémoire n'est plus le seul critère du TNC et que, par ailleurs, les TNC doivent être objectivés soit à au moins -1,0 *ÉT* pour les troubles neurocognitifs légers et à -2,0 *ÉT* pour les troubles importants tels que ceux de la MA. Par le fait même, le modèle développemental du vieillissement sur lequel s'est appuyée cette étude répond bien à cette exigence, car il permet de situer le fonctionnement

¹ À partir de ce point, nous allons utiliser l'abréviation TNC.

cognitif des personnes âgées sur un continuum. De plus, d'un point de vue clinique, notre étude nous amène à des observations qui vont dans le même sens que le DSM-V. En effet, il recommande que l'établissement du diagnostic DCL soit fait de préférence à l'aide d'un bilan neuropsychologique complet à cause de la complexité reliée à l'établissement d'un DCL chez les personnes âgées vieillissantes. De même, l'utilisation d'un seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ permettrait de mieux identifier l'ensemble des sphères cognitives touchées dans ce trouble telles que les fonctions attentionnelles et exécutives et, par le fait même, ceci permettrait également de mieux identifier les personnes avec DCL. Étant donné que le taux de conversion des cas de DCL vers un état de démence se situe entre 10 et 15 % par année (Bozoki et al., 2001), il est essentiel de bien documenter le fonctionnement cognitif de cette population clinique pour mieux les identifier. De plus, comme rapporté dans les écrits scientifiques, certaines personnes diagnostiquées DCL retrouveront un fonctionnement normal (Apostolova & Cummings, 2008), d'où l'importance de déterminer le seuil de classification idéal et de demeurer prudent afin de diminuer le nombre de faux positifs.

Finalement, comme cité auparavant, selon le DSM-V (APA, 2013), la distinction observée entre les atteintes légères et sévères est une question de gravité de ces atteintes. Ainsi, les personnes identifiées DCL au seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$ se retrouvent en position intermédiaire sur un continuum entre la normalité et la pathologie et présentent un risque élevé de développer un TNC sévère. Par contre, pour les personnes identifiées au seuil de $-1,0 \text{ } \acute{E}T$, même si elles présentent une légère diminution sur certaines capacités

cognitives et qu'il soit probable qu'elles soient au début d'un TNC, l'affaiblissement peut également être associé à d'autres facteurs. Par exemple, cette diminution peut être en lien avec des différences individuelles ou avec la sensibilité de certains outils psychométriques qui identifieraient des déficits simplement reliés au vieillissement normal. En ce sens, il serait préférable de demeurer prudent et de revoir ces personnes annuellement afin d'assurer un suivi clinique adéquat. De plus, d'un point de vue éthique, étant donné les impacts que peut causer l'annonce d'un tel diagnostic chez un patient mal évalué (faux positif), nous croyons qu'il serait souhaitable d'aviser la personne de la présence de ce trouble seulement lorsque les atteintes sont plus marquées ($-1,5 \text{ } \acute{E}T$ sous la norme attendue). D'un point de vue préventif, il est important de définir les critères d'identification du DCL avec plus de précision afin d'éviter les conséquences reliées à un mauvais diagnostic, en particulier les cas de faux négatifs. À cet égard, le fait de ne pas mettre en place rapidement les soins et services dont la personne pourrait bénéficier, tels qu'un suivi médical ou la mise en place d'un programme de remédiation cognitive, serait désolant. De même, sur le plan de la recherche, plus nous serons en mesure de préciser le portrait cognitif des personnes aux prises avec un DCL, plus nous pourrons davantage généraliser nos données et faire avancer nos connaissances dans ce domaine.

Les approches évaluatives du DCL : contribution de l'approche traditionnelle et de l'approche virtuelle (écologique)

En seconde partie, cette recherche a permis de comparer le Stroop traditionnel à une tâche qui se veut plus écologique, soit la *ClinicaVR: Apartment Stroop*. À la lumière des

résultats obtenus, l'apport de la réalité virtuelle dans l'évaluation des fonctions attentionnelles et exécutives auprès des personnes âgées en bonne santé ou présentant un DCL est présenté dans la prochaine section.

Premièrement, nous avons regardé comment se comportait les personnes âgées en bonne santé vivant en communauté sur la tâche virtuelle. Pour déterminer ce groupe, nous avons choisi les participants qui sont ressortis négatifs aux deux approches évaluatives (deux tests de dépistage et critères de Petersen et al, 1999). Cette recherche a ainsi permis d'établir des normes préliminaires pour une nouvelle tâche écologique. En tout, 42 femmes et 13 hommes âgés entre 69 et 89 ans ont servi à la normalisation de cette nouvelle tâche virtuelle dont les résultats se retrouvent à l'Appendice A.

Validité de la tâche écologique : le Stroop Virtuel comme mesure des fonctions attentionnelles et exécutives. Avant d'entreprendre des analyses de comparaison de moyennes entre les participants DCL et non DCL de notre étude sur les tâches traditionnelles et virtuelle de Stroop, nous avons d'abord procédé à des analyses qui nous ont permis de nous positionner sur la validité de notre nouveau test. Pour ce faire, nous avons vérifié si le Stroop virtuel évaluait bien les processus attentionnels et exécutifs en le comparant aux tests psychométriques traditionnels qui mesurent ces fonctions. Nos résultats ont effectivement démontré un lien entre les tâches traditionnelles mesurant les fonctions attentionnelles telles que le Trail Making A, le sous-test Codes du WAIS-III et la première partie de la *ClinicaVR: Apartment Stroop*

qui mesure principalement l'attention. Des liens sont également ressortis entre la deuxième partie de la *ClinicaVR: Apartment Stroop* et des tests traditionnels qui mesurent les fonctions exécutives, comme la Tour de Londres et le Trail Making B. À la dernière étape, nous avons comparé la version traditionnelle du Stroop à sa version virtuelle afin de voir s'il y avait des similitudes entre les tâches. Les résultats permettent d'avancer que la *ClinicaVR: Apartment Stroop* partage des construits cognitifs semblables à ceux de la version traditionnelle du Stroop. De plus, à l'aide de cette version virtuelle du Stroop, les résultats permettent de mettre en évidence des altérations au niveau des fonctions attentionnelles et exécutives chez les personnes avec DCL, ce qui sera discuté dans les prochaines sections.

Sensibilité du Stroop virtuel pour l'identification des personnes avec DCL. La section qui suit vise à présenter comment se sont comportés les participants témoins et les participants DCL sur les tests des deux approches évaluatives, soit le test de Stroop dans ses versions traditionnelle et écologique.

Le Stroop Virtuel auprès de personnes identifiées DCL à l'aide du MoCA. Les résultats obtenus auprès des personnes DCL qui ont été identifiées au MoCA avec un score < 26 démontrent que les participants DCL prendraient plus de temps pour réaliser la tâche traditionnelle de dénomination de couleurs, démontrant ainsi des difficultés attentionnelles. Au Stroop virtuel, nos analyses relèvent également des difficultés attentionnelles et encore plus particulièrement au niveau des composantes qui mesurent

les fonctions exécutives. En effet, dans les tâches plus complexes telles que le Stroop Mots/Couleurs en modalité virtuelle, les participants DCL ont obtenu de moins bonnes performances (bonnes réponses) et ont fait davantage d'erreurs de commissions que les participants sains. Ainsi, des troubles au niveau de l'inhibition et des comportements d'impulsivité ont été relevés chez ces individus.

Les résultats sont un peu différents si l'on identifie les participants avec un seuil ≤ 23 avec le MoCA. Avec un tel seuil, on observe que les participants DCL prennent beaucoup plus de temps pour exécuter la tâche traditionnelle d'inhibition de lecture (Mots/Couleurs) et ont de moins bonnes performances que les participants sains. Au Stroop virtuel, ces personnes ont eu davantage de difficultés à inhiber leur comportement puisqu'ils ont fait deux fois plus d'erreurs de commission que les participants témoins. L'ensemble de ces résultats supporte aussi l'idée que les personnes avec DCL ont davantage de difficultés que les participants témoins sur les processus exécutifs et tout particulièrement au niveau des processus d'inhibition.

Le Stroop virtuel auprès des personnes identifiées DCL à l'aide des critères de Petersen et al. (1999). Lorsque l'on étudie les résultats obtenus à la tâche virtuelle chez les personnes DCL identifiées selon les critères de Petersen et al. (1999), on arrive à des conclusions similaires à celles de la section précédente. En effet, au Stroop traditionnel, des difficultés attentionnelles ont été relevées puisque les participants DCL étaient plus lents que les témoins pour exécuter la tâche de dénomination de couleurs. De même, le

Stroop virtuel permet de détecter certains déficits exécutifs chez le groupe de participants avec DCL puisqu'il a été observé qu'ils ont obtenu une moins bonne performance (bonnes réponses) que les participants témoins sur la tâche d'inhibition de lecture. Ainsi, la seconde partie du Stroop virtuel serait la plus sensible pour détecter les déficits exécutifs chez les participants DCL.

Comme rapporté par certains auteurs, les personnes âgées avec un DCL présentent un affaiblissement au niveau attentionnel sur les tâches d'attention sélective et partagée (Belleville et al., 2007; Edwards et al., 2006; Perry & Hodges, 1999; Winblad et al., 2004) ainsi qu'au niveau des fonctions exécutives (Winblad et al., 2004), et tout particulièrement au niveau des capacités d'inhibition et de *shifting* (Ready et al., 2003; Traykov et al., 2007). Toutes ces difficultés seraient reliées à des défauts d'activation ou à des atteintes cérébrales situées au niveau des lobes frontaux (Dannhauser et al., 2005; Figueredo Balthazar & Damasceno, 2008; Kume et al., 2011; McDonald et al., 2012; Rosano et al., 2005; Saykin et al., 2004). Ainsi, le Stroop virtuel permettrait d'identifier ces déficits chez les personnes ayant un DCL.

Bien que plusieurs recherches aient été réalisées sur les fonctions attentionnelles et exécutives à l'aide de mesures traditionnelles, à notre connaissance, peu de recherches qui mesurent ces capacités en réalité virtuelle ont été réalisées auprès d'une population DCL. En effet, la majorité des études qui ont utilisé la RV ont porté sur l'évaluation des habiletés spatiales et mnésiques (Cushman et al., 2008; Lee et al., 2005; Plancher et

al., 2012; Tippett et al., 2009) ou sur la planification (Werner et al., 2009), à l'exception de l'étude de Wright et al. (2010) qui, tout comme nous, avait relevé que les participants DCL obtenaient de plus faibles performances sur les tâches d'attention complexe (inhibition). Notre recherche est tout de même intéressante puisqu'il n'existe que très peu d'études en RV sur les processus attentionnels et exécutifs qui ont été réalisées auprès de cette population et qui ont démontré un affaiblissement de l'administrateur central.

En effet, notre étude semble mettre en évidence, chez les personnes avec DCL, un affaiblissement au niveau du SAS. Rappelons que selon Shallice (1982), l'attention sélective permet de se centrer volontairement sur un stimulus spécifique, tout en inhibant les stimuli environnants non pertinents. Elle est particulièrement sollicitée dans les tâches où apparaissent des inputs sensoriels distracteurs. Ainsi, en même temps que la personne exécute une tâche, elle doit inhiber certains distracteurs au profit des autres inputs encore plus importants pour qu'elle puisse réussir la tâche principale. Lorsque l'on regarde comment se comporte les participants DCL au Stroop virtuel, nous observons que l'épreuve d'inhibition de lecture (le Stroop Mots/Couleurs) est beaucoup plus exigeante que la tâche traditionnelle. En effet, au Stroop virtuel, en plus d'exécuter la tâche d'inhibition de lecture (effet Stroop), les participants doivent également faire abstraction de tous les stimuli (visuels et auditifs) qui sont présentés dans l'appartement virtuel. Cette tâche est beaucoup plus complexe et demande au SAS une bonne gestion des ressources attentionnelles. Ainsi, les participants avec DCL présentent une

défaillance au niveau du SAS puisqu'ils ont obtenus de moins bonnes performances sur les tâches d'inhibition et qu'ils ont fait presque le double d'erreurs de commissions comparativement aux personnes du groupe témoin.

Il est possible que notre nouvelle tâche soit plus sensible en raison de sa valeur écologique, bien que cela demeure à être démontré de façon empirique. En effet, nous croyons que les distracteurs qui sont présentés dans l'appartement virtuel tout au long de l'épreuve représentent mieux la réalité quotidienne de la personne âgée vivant à domicile et que cela se compare davantage à la vraie vie. En plus, la tâche virtuelle permet de mesurer objectivement le fonctionnement attentionnel/exécutif et de mieux comprendre la nature des troubles que peut rencontrer les personnes avec DCL, comme un dysfonctionnement du SAS. Comme rapporté par certains chercheurs, il est important de développer des tests neuropsychologiques ayant une plus grande validité écologique (Chevignard et al., 2006) et qui représentent des situations plus près de la réalité de tous les jours (Marchal et al., 2006) puisque l'objectif visé est d'évaluer les répercussions de ces déficits dans des situations de la vie de tous les jours et d'émettre des recommandations qui tiennent compte du fonctionnement réel de l'individu (Chevignard et al., 2006). Par exemple, l'on pourrait recommander à la personne ayant un DCL de limiter les stimuli environnementaux (téléviseur, radio) ou de se retirer dans un endroit calme lorsqu'elle doit faire une tâche exigeante, telle sa comptabilité.

L'expérience virtuelle. L'expérience en réalité virtuelle s'est avérée positive pour l'ensemble des participants. Premièrement, les analyses ont démontré des résultats similaires à l'étude de McGee et al. (2000) qui ne rapporte pas de symptômes négatifs chez les personnes âgées exposées au monde virtuel. En effet, nos participants ont présenté peu ou pas de cybermalaises à part de très légers malaises oculomoteurs qui peuvent être en partie reliés au port de la visière. De plus, nous n'avons trouvé aucune différence entre les personnes avec DCL et les personnes du groupe témoin sur le niveau de propension à l'immersion ou sur l'état de présence, à l'exception du fait que les participants DCL se percevaient moins performants. Finalement, nous avons évalué le niveau de satisfaction des participants suite à leur expérience en RV. Les résultats ont démontré que les personnes âgées avaient apprécié cette nouvelle technologie et qu'elles étaient familières avec l'utilisation d'un ordinateur. Cependant, les personnes avec un DCL étaient un peu moins à l'aise que les participants du groupe témoin dans l'exploration de l'environnement virtuel. Cela peut peut-être s'expliquer par le fait que la tâche est plus exigeante pour ces personnes étant donné l'affaiblissement de leur SAS. En effet, le fait de devoir mobiliser l'ensemble de leurs ressources attentionnelles pour bien exécuter la tâche aurait probablement contribué à limiter leur possibilité d'exploration de l'environnement.

Hypothèse 4

À la lumière de ces données, il convient maintenant de se prononcer sur la quatrième hypothèse de cette thèse. Rappelons qu'elle consistait à prédire que la tâche

écologique de type virtuel, soit la *ClinicaVR: Apartment Stroop*, serait plus sensible que le test de Stroop traditionnel pour mesurer les déficits attentionnels et exécutifs chez les participants DCL, et plus particulièrement au niveau des troubles d'inhibition. L'hypothèse 4 est donc validée par les résultats.

La RV est une approche dite écologique puisqu'elle permet de simuler un environnement plus près du milieu naturel de la personne âgée, tout en permettant de prendre des mesures objectives sur le fonctionnement cognitif de ces personnes. En effet, dans la réalité, lorsqu'une personne exécute une tâche, elle est continuellement sollicitée par différents stimuli environnementaux (TV, musique, animal, etc.), ce qui exige un bon fonctionnement du SAS (l'administrateur central) pour inhiber ces distracteurs et bien répartir ses ressources attentionnelles afin de répondre aux exigences de cet environnement. C'est pour mieux représenter cette réalité quotidienne que cette tâche a été développée. Avec les résultats obtenus, il semble que le Stroop virtuel permettrait de mieux documenter le fonctionnement attentionnel et plus particulièrement le fonctionnement exécutif des personnes atteintes de DCL, comparativement au Stroop traditionnel. Cependant, même si l'utilisation de la RV représente une avenue prometteuse pour l'évaluation du fonctionnement cognitif chez les personnes âgées, elle n'en est qu'à ses débuts et, en ce sens, d'autres recherches sont nécessaires pour permettre d'approfondir nos connaissances sur l'utilisation de cette nouvelle technologie comme instrument d'évaluation en neuropsychologie.

Les limites de la recherche

Certaines limites ont été identifiées dans la réalisation de la présente thèse. Tout d'abord, le recrutement des participants a été difficile à réaliser et, pour cette raison, nous avons obtenu un échantillon plus petit que souhaité. Cela nous a limités dans l'interprétation des résultats et dans leur généralisation.

Par ailleurs, certaines difficultés demeurent dans le monde scientifique en regard de la définition du DCL. Cela nous renvoie à nos questionnements du départ sur les critères utilisés pour identifier les individus avec DCL, soit les types de tests et les seuils cliniques. L'ensemble de ces éléments complexifie le tableau clinique et contribue à l'hétérogénéité des cas de DCL dans les différents écrits scientifiques. De plus, l'arrivée des nouveaux critères via le DSM-V (APA, 2013) sur le TNC vient nous éclairer sur ces questionnements, mais ils n'étaient pas disponibles au début de cette thèse. Cette variabilité entre les auteurs rend donc difficilement comparables nos données. D'un point de vue pratique, tout cela rend plus difficile l'établissement d'un diagnostic clair pour le clinicien qui doit identifier les personnes âgées aux prises avec un DCL.

Enfin, une autre limite de notre recherche renvoie aux difficultés de bien contrôler tous les facteurs, autres que le DCL, qui pourraient influencer le rendement aux tests. En effet, les technologies existantes pour évaluer l'état du cerveau des individus sont très dispendieuses et peu accessibles pour plusieurs chercheurs. Par exemple, dans notre étude, nous n'avons pas pu passer d'examen cérébral tel qu'une tomographie par émission de positons.

(SCAN) comme cela a été réalisé dans l'étude de (Nasreddine et al., 2005) sur le MoCA. Ainsi, dans notre étude, il n'est pas possible d'affirmer avec certitude si certains participants présentaient d'autres troubles neurologiques tels que des personnes avec atteintes cérébrales vasculaires, etc. Ainsi, malgré le fait que nous ayons pu contrôler le niveau de dépression, nous ne pouvons assurer hors de tout doute l'absence de facteurs neurologiques ou psychologiques concomitants au niveau de la population ciblée.

La réalité virtuelle, une technologie relativement nouvelle

Le développement de tâches en RV est relativement nouveau. D'ailleurs, les recherches sont peu nombreuses sur l'apport de la RV dans le développement des connaissances sur les FE chez les personnes âgées. Associées à cela, certaines difficultés demeurent, notamment quant à la validation des construits de certaines tâches en RV. Par exemple, les tâches en RV sont souvent comparées à des tâches non équivalentes, ce qui rend difficile l'interprétation des liens entre les mesures.

Du point de vue technologique, l'outil n'est pas encore développé à son maximum. Ainsi, nous avons fait face à quelques problèmes techniques qui demandaient de redémarrer l'ordinateur et de reprendre la tâche, ou encore de faire des ajustements avec la visière. Quoique ces problèmes ne fussent pas insurmontables, ils ont alourdi la tâche d'évaluation. Finalement, à très court terme, la visière pourra être remplacée par d'autres technologies. Par exemple, on croit éventuellement pouvoir mesurer les mouvements des yeux par des caméras qui seraient placées au niveau de l'écran. Ceci permettrait de

mesurer les mouvements des yeux et, par le fait même, les comportements d'exploration du participant, tout en étant plus confortable. Finalement, les coûts associés pour développer ce type de matériel sont élevés. En ce sens, cette technologie est actuellement peu accessible aux cliniciens ou aux chercheurs qui ont peu de moyens financiers. L'essentiel est tout de même de garder en tête que l'utilisation de cette technologie a été possible et appréciée par les personnes âgées de notre étude.

Recherches futures

Le raffinement des approches évaluatives pour dépister les personnes avec DCL

Étant donné la complexité d'identifier les personnes présentant un DCL, il serait important de poursuivre les recherches afin de préciser quelles sont les meilleures approches d'évaluation. En premier lieu, il faudrait poursuivre les recherches sur le MoCA afin de déterminer s'il serait préférable d'abaisser le seuil ou bien de raffiner l'épreuve mnésique qui est échouée par l'ensemble des participants.

De plus, il serait important d'évaluer quels outils psychométriques seraient les plus appropriés pour évaluer avec précision les déficits cognitifs des personnes avec DCL, c'est-à-dire quelle serait la batterie neuropsychologique recommandée qui nous permettrait de bien diagnostiquer ce trouble et qui nous permettrait de voir le portrait cognitif réel de ces personnes. Par exemple, dans cette étude, nous avons démontré que le Stroop virtuel permettait de mettre en évidence une défaillance du SAS. Les troubles de l'inhibition semblent en effet importants à documenter dans le DCL. De même, il

faudrait développer des instruments de mesure plus sensibles qui permettraient d'identifier les déficits cognitifs au tout début de l'affaiblissement (-1,0 *ÉT*); ce qui nous permettrait de diagnostiquer plus précocement ce trouble.

L'amélioration et le développement de nouvelles tâches virtuelles

La tâche virtuelle qui a été développée dans la présente thèse semble sensible pour détecter le dysfonctionnement exécutif d'une personne DCL. De plus, celle-ci semble être plus intéressante que la version traditionnelle du Stroop puisqu'elle nous apporte des variables supplémentaires telles qu'une mesure d'inhibition (le nombre d'erreurs de commissions). D'ailleurs, ce volet pourrait être davantage exploité et des mesures additionnelles pourraient être ajoutées telles que les mouvements de tête et les mouvements des yeux afin de voir les comportements d'exploration du participant. En effet, mesurer si le participant arrive à inhiber les stimuli environnementaux pour se concentrer sur la tâche en cours ou s'il est constamment distrait par ces stimuli serait un atout supplémentaire que cette tâche virtuelle pourrait apporter. À cela pourrait s'ajouter une mesure de l'attention soutenue qui serait également fort intéressante à obtenir.

Il serait intéressant de démontrer l'impact du trouble d'inhibition dans le quotidien d'une personne présentant un DCL ou une MA. Dans la vie courante, la personne doit être en mesure d'inhiber les distracteurs (téléphone, TV, personne qui parle ou stimuli visuels présents dans l'environnement) afin de maintenir sa concentration et réaliser avec efficacité les tâches qu'elle veut réaliser dans la vie quotidienne. Ainsi, dans une

future recherche, un questionnaire qui relève les difficultés rencontrées dans les activités courantes de la vie quotidienne et qui mettent à contribution le SAS pourrait être ajouté à l'administration de la tâche virtuelle. De cette manière, il serait possible de démontrer s'il existe bien un lien entre la RV et la vraie vie, et ainsi supporter sa valeur écologique. Ceci pourrait également être élargi à d'autres clientèles et permettre de mieux comprendre les profils cognitifs de différentes populations cliniques. De plus, comme démontré dans cette étude, la tâche est assez simple pour être utilisée avec des personnes âgées qui n'ont jamais utilisé un ordinateur. Ainsi, cette nouvelle technologie pourrait permettre de mieux documenter le fonctionnement attentionnel/exécutif et, par le fait même, de mieux comprendre l'impact fonctionnel chez les personnes âgées qui présentent un bon fonctionnement cognitif ou celles qui sont dans un processus neurodégénératif.

Conclusion

Cette recherche a permis de documenter l'apport de deux approches évaluatives fréquemment utilisées pour identifier le DCL, soit les tests de dépistage (MMSE et MoCA) ainsi que les critères de Petersen et al. (1999) associés à un test de mémoire objectif. Cette recherche a aussi permis de comparer une nouvelle approche technologique dite « écologique », la RV, aux approches traditionnelles utilisées en neuropsychologie. Il s'agit d'un aspect novateur de la recherche puisque la *ClinicaVR: Apartment Stroop* a été utilisée spécifiquement pour cette étude.

À la lumière des résultats obtenus, nous en arrivons aux conclusions suivantes : pour l'identification du DCL, d'un point de vue clinique, le bilan neuropsychologique nous apparaît le moyen le plus complet, car il permet d'évaluer l'ensemble des sphères cognitives. Toutefois, étant donné les coûts (temps et argent) et les difficultés d'accessibilité à un professionnel de la neuropsychologie dans le milieu de la santé actuel, il est pertinent d'avoir d'autres approches de dépistage du DCL qui peuvent être utilisées par un plus grand nombre de cliniciens et dans des temps de passation plus courts. En ce sens, selon les résultats obtenus dans cette étude, les critères de Petersen et al. (1999), associés à un test mnésique standardisé et au seuil de $-1,5 \text{ } \acute{E}T$, permettraient de poser les premières bases à l'identification des personnes avec ou sans DCL. De plus, le MoCA semble un meilleur outil de dépistage que le MMSE à condition d'en connaître ses limites. En effet, avec le MoCA, le quart des participants de l'échantillon total a été

identifié DCL avec l'utilisation d'un seuil < 26 . Ainsi, il y a un risque de médicaliser une condition qui pourrait tout simplement s'apparenter au vieillissement normal. À l'inverse, si on utilise un seuil ≤ 23 au MoCA, nous risquons de ne pas identifier les personnes qui présentent réellement un DCL et qui auraient besoin d'un suivi médical. L'ensemble de ces données invitent les cliniciens à la prudence et à se référer à un neuropsychologue dans le cas de doute.

Ceci invite aussi les chercheurs à poursuivre des travaux en ce sens afin d'augmenter notre compréhension du DCL et des moyens pour l'identifier rapidement. Des études avec le MoCA sont recommandées à cet effet. Dans cette veine, on pourrait explorer la composition des items de ce test de repérage, par exemple ceux reliés à la mémoire et aux fonctions exécutives, afin d'en améliorer la sensibilité.

En seconde partie, la présente étude a permis de comparer une tâche en RV à une tâche semblable, présentée de façon traditionnelle. Plus spécifiquement, le projet s'est penché sur l'exploration du fonctionnement attentionnel/exécutif pendant la réalisation d'une tâche neuropsychologique dans le contexte d'un appartement virtuel, en la comparant à sa réalisation en contexte traditionnel. Bien que la tâche virtuelle soit semblable au Stroop traditionnel et qu'elle mesure bien les fonctions attentionnelles et exécutives, les résultats ont démontré que la *ClinicaVR: Apartment Stroop* est plus sensible que le Stroop traditionnel pour détecter des déficits attentionnels et exécutifs (SAS) chez les participants DCL. Finalement, la tâche en RV a l'avantage de représenter

des situations plus près de la vie quotidienne de la personne âgée comparativement aux tests psychométriques traditionnels. Ainsi, par sa valeur écologique et son aspect récréatif, cela peut favoriser l'intérêt des participants et augmenter leur niveau de motivation, tout en permettant de prendre des mesures objectives du fonctionnement attentionnel/exécutif.

Toutefois, cette recherche a présenté quelques limites et la principale se situe au niveau de la taille de l'échantillon, ce qui nous restreint dans la généralisation des données. Malgré tout, cette étude nous apporte une meilleure compréhension du fonctionnement cognitif des personnes âgées en bonne santé ou avec un DCL, sur les différentes approches évaluatives (MMSE, MoCA et les critères de Petersen et al., 1999) et sur les différents seuils utilisés pour identifier les DCL. De plus, elle a permis d'utiliser une nouvelle technologie, la RV qui présente un aspect novateur fort intéressant et qui à notre avis, possède un avenir très prometteur pour mieux documenter le profil cognitif des personnes âgées comme des jeunes. Toutefois, d'autres recherches sont nécessaires afin de préciser la pertinence de l'appartement virtuel comme outil d'évaluation neuropsychologique.

En conclusion, plus rapidement nous aurons une définition commune du DCL, plus nous serons en mesure de comprendre le fonctionnement des personnes qui en sont atteintes et de poser plus rapidement les actions nécessaires au diagnostic et à la prise en

charge. Voilà les défis qui demeurent pour contribuer à l'avancement de nos connaissances dans ce domaine.

En définitive, personne ne peut échapper au vieillissement et plus il y aura de recherches pour aider les personnes atteintes d'un DCL, et plus il y aura satisfaction d'avoir contribué un tant soit peu à ce qu'elles aient été bien évaluées et accompagnées au cours de cette étape de vie.

Références

- American Psychiatric Association. (1996). *DSM-IV : Manuel diagnostique et statistiques des troubles mentaux* (4^e éd.) (version internationale) (Washington, DC, 1995). Traduction française par J.D. Guelfi et al., Paris : Masson.
- American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5 : Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5^e éd.). Arlington, Virg.
- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, *16*(1), 17-42.
- Amieva, H. H. A., Lafont, S., Rouch-Leroyer, I., Rainville, C., Dartigues, J.-F., Orgogozo, J.-M., & Fabrigoule, C. (2004). Evidencing inhibitory deficits in Alzheimer's disease through interference effects and shifting disabilities in the Stroop test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *19*, 791-803.
- Apostolova, L. G., & Cummings, J. L. (2008). Neuropsychiatric manifestations in mild cognitive impairment: A systematic review of the literature. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *25*(2), 115-126. <http://dx.doi.org/10.1159/000112509>
- Athilingam, P., King, K. B., Burgin, S. W., Ackerman, M., Cushman, L. A., & Chen, L. (2011). Montreal Cognitive Assessment and Mini-Mental Status Examination compared as cognitive screening tools in heart failure. *Heart & Lung: The Journal of Critical Care*, *40*(6), 521-529. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hrtlng.2010.11.002>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(11), 417-423.
- Baddeley, A. (Éd.). (2002). *Fractionating the central executive*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, *8*(4), 485-493. <http://dx.doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>

- Baumgarther, T., Valko, L., Esslen, M., & Janckle, L. (2006). Neurale Correlate of spatial presence in an arousing and non interactive virtual reality: An EEG and psychophysiology study. *CyberPsychology & Behavior*, 9, 30-45.
- Belleville, S., Chertkow, H., & Gauthier, S. (2007). Working memory and control of attention in persons with Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 21(4), 458-469. <http://dx.doi.org/10.1037/0894-4105.21.4.458>
- Belleville, S., 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.
- Belleville, S., Rouleau, N., & Van der Linden, M. (2006). Use of the Hayling task to measure inhibition of prepotent responses in normal aging and Alzheimer's disease. *Brain and Cognition*, 62(2), 113-119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandc.2006.04.006>
- Benton, A. L., Sivan, A. B., Hamsher, K., Jarney, N. R., & Spreen, O. (1983). *Contributions to Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Blackburn, D. J., Walters, S., & Harkness, K. (2011). Letter by Blackburn et al regarding article, "Is the Montreal cognitive assessment superior to the mini-mental state examination to detect poststroke cognitive impairment? A study with neuropsychological evaluation". *Stroke; A Journal of Cerebral Circulation*, 42(11), e582. <http://dx.doi.org/10.1161/strokeaha.111.628552>
- Blacker, D., Lee, H., Muzikansky, A., Martin, E. C., Tanzi, R., McArdle, J. J., . . . Albert, M. (2007). Neuropsychological measures in normal individuals that predict subsequent cognitive decline. *Archives of Neurology*, 64(6), 862-871. <http://dx.doi.org/10.1001/archneur.64.6.862>
- Blackford, R. C., & Rue, A. L. (1989). Criteria for diagnosis age-associated memory impairment: Proposed improvements from the field. *Developmental Neuropsychology*, 5(4), 295-306.
- Blainville, F., & Lemelin, C. (2007). *Questionnaire sur le sentiment de présence et l'expérience heuristique en réalité virtuelle*. Université du Québec à Trois-Rivières, QC.
- Blanchet, S., McCormick, L., Belleville, S., Gély-Nargeot, M. C., & Joannette, Y. (2002). Mild cognitive impairments in the elderly: A critical review. *Revue neurologique*, 158(1), 29-39.

- Bonney, K. R., Almeida, O. P., Flicker, L., Davies, S., Clarnette, R., Anderson, M., & Lautenschlager, N. T. (2006). Inspection time in non-demented older adults with mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, *44*, 1452-1456.
- Bouchard, S., Renaud, P., & Forget, H. (2002). *Questionnaire sur la propension à l'immersion*. Laboratoire de Cyberpsychologie de l'Université du Québec en Outaouais, QC.
- Bozoki, A., Giordani, B., Heidebrink, J. L., Berent, S., & Foster, N. L. (2001). Mild cognitive impairments predict dementia in nondemented elderly patients with memory loss. *Archives of Neurology*, *58*(3), 411-416.
- Brooks, B. L. (2006). *The relationship between executive functioning and independent living skills in mild cognitive impairment and mild dementia*. Disponible chez ProQuest Dissertations & Theses Full Text. (2006-99004-143).
- Bruscoli, M., & Lovestone, S. (2004). Is MCI really just early dementia? A systematic review of conversion studies. *International Psychogeriatrics*, *16*(2), 129-140. <http://dx.doi.org/10.1017/s1041610204000092>
- Chang, Y.-L., Jacobson, M. W., Fennema-Notestine, C., Hagler, D. J., Jennings, R. G., Dale, A. M., & McEvoy, L. K. (2010). Level of executive function influences verbal memory in amnesic mild cognitive impairment and predicts prefrontal and posterior cingulate thickness. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, *20*(6), 1305-1313. <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhp192>
- Chao, L. L., Pa, J., Duarte, A., Schuff, N., Weiner, M. W., Kramer, J. H., . . . Johnson, J. K. (2009). Patterns of cerebral hypoperfusion in amnesic and dysexecutive MCI. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, *23*(3), 245-252.
- Chevignard, M., Taillefer, C., Picq, C., Poncet, F., & Pradat-Diehl, P. (2006). *Évaluation du syndrome dysexécutif en vie quotidienne*. Paris : Springer-Verlag.
- Coen, R. F., Cahill, R., & Lawlor, B. A. (2011). Things to watch out for when using the Montreal Cognitive Assessment (MoCA). *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *26*(1), 107-108. <http://dx.doi.org/10.1002/gps.2471>
- Crook, T., Bartus, R. T., Ferris, S. H., & Whitehouse, P. (1986). Age-associated memory impairment: Proposed diagnostic criteria and measures of clinical change: Report of a National Institute of Mental Health work group. *Developmental Neuropsychology*, *2*(4), 261-276. <http://dx.doi.org/10.1080/87565648609540348>
- Culbertson, W. C., & Zillmer, E. A. (2000). *Tower of London^{dx}: Adult recording form*. New York: I. Multi-Health System.

- Cushman, L. A., Stein, K., & Duffy, C. J. (2008). Detecting navigational deficits in cognitive aging and Alzheimer disease using virtual reality. *Neurology*, *71*(12), 888-895. <http://dx.doi.org/10.1212/01.wnl.0000326262.67613.fe>
- Damian, A. M., Jacobson, S. A., Hentz, J. G., Belden, C. M., Shill, H. A., Sabbagh, M. N., . . . Adler, C. H. (2011). The Montreal Cognitive Assessment and the Mini-Mental State Examination as screening instruments for cognitive impairment: Item analyses and threshold scores. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *31*(2), 126-131. <http://dx.doi.org/10.1159/000323867>
- Dannhauser, T. M., Walker, Z., Stevens, T., Lee, L., Seal, M., & Shergill, S. S. (2005). The functional anatomy of divided attention in amnesic mild cognitive impairment. *Brain: A Journal of Neurology*, *128*(6), 1418-1427. <http://dx.doi.org/10.1093/brain/awh413>
- de Jager, C. A., & Budge, M. M. (2005). Stability and predictability of the classification of mild cognitive impairment as assessed by episodic memory test performance over time. *Neurocase*, *11*(1), 72-79.
- Déjos, M., Sauzéon, H., & N'Kaoua, B. (2012). La réalité virtuelle au service de l'évaluation clinique de la personne âgée : le dépistage précoce de la démence. *Revue Neurologique*, *168*(5), 404-414.
- Delis, D., & Kaplan, E. (2001). *Delis-Kaplan executive function scale*. San Antonio: TX, T. P. Corporation (Éd.).
- Delis, D. C., Freeland, J., Kramer, J. H., & Kaplan, E. (1988). Integrating clinical assessment with cognitive neuroscience: Construct validation of the California Verbal Learning Test. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *56*(1), 123-130.
- Deloche, G., & Hannequin, D. (1997). *Test de dénomination orale d'images DO 80*. Paris : L. É. d. C. d. P. Appliquée (Éd.).
- Dong, Y., Sharma, V. K., Chan, B. P.-L., Venketasubramanian, N., Teoh, H. L., Seet, R. C. S., . . . Chen, C. (2010). The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) is superior to the Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of vascular cognitive impairment after acute stroke. *Journal of the Neurological Sciences*, *299*(1-2), 15-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2010.08.051>
- Drzezga, A., Grimmer, T., Peller, M., Wermke, M., Siebner, H., Rauschecker, J. P., . . . Kurz, A. (2005). Impaired cross-modal inhibition in Alzheimer disease. *Plos Medicine*, *2*(10), 986-995. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.0020288>

- Edwards, J. D., Ross, L. A., Wadley, V. G., Clay, O. J., Crowe, M., Roenker, D. L., & Ball, K. K. (2006). The useful field of view test: Normative data for older adults. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *21*, 275-286.
- Edwards, J. D., Vance, D. E., Wadley, V. G., Cissell, G. M., Roenker, D. L., & Ball, K. K. (2005). Reliability and validity of useful field of view test scores as administered by personal computer. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, *27*, 529-543.
- Elkind, J. S., Rubin, E., Rosenthal, S., Skoff, B., & Prather, P. (2001). A simulated reality scenario compared with the Computerized Wisconsin Card Sorting Test: An analysis of preliminary results. *Cyberpsychology Behavioral*, *4*(4), 496-496.
- Figueredo Balthazar, M. L., & Damasceno, B. P. (2008). Dysexecutive mild cognitive impairment associated to frontal atrophy: Case report. *Dementia & Neuropsychologia*, *2*(1), 76-79.
- Fisk, J. D., Merry, H. R., & Rockwood, K. (2003). Variations in case definition affect prevalence but not outcomes of mild cognitive impairment. *Neurology*, *61*(9), 1179-1184.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). Mini-mental state: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, *12*(3), 189-198. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- Friedenberg, J., & Silverman, G. (2012). *Cognitive science: An introduction to the study of mind* (2^e éd.). Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.
- Gauthier, S., Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R. C., Ritchie, K., Broich, K., . . . Winblad, B. (2006). Mild cognitive impairment. *Lancet*, *367*, 1262-1270.
- Gély-Nargeot, M. C., Mure, C., Guérin-Langlois, C., Martin, K., & Descours, I. (2000). Effects of cognitive aging on memory performances. *Presse Médicale (Paris, France : 1983)*, *29*(15), 849-857.
- Gill, D. J., Freshman, A., Blender, J. A., & Ravina, B. (2008). The Montreal cognitive assessment as a screening tool for cognitive impairment in Parkinson's disease. *Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society*, *23*(7), 1043-1046. <http://dx.doi.org/10.1002/mds.22017>

- Godefroy, O., Fickl, A., Roussel, M., Auribault, C., Bugnicourt, J. M., Lamy, C., . . . Petitnicolas, G. (2011). Is the Montreal Cognitive Assessment superior to the Mini-Mental State Examination to detect poststroke cognitive impairment? A study with neuropsychological evaluation. *Stroke; A Journal of Cerebral Circulation*, 42(6), 1712-1716. <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.606277>
- Hughes, C. P., Berg, L., Danziger, W. L., Coben, L. A., & Martin, R. L. (1982). A new clinical scale for the staging of dementia. *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science*, 140, 566-572.
- Institut de la statistique Québec. (2009). *Pas de déclin démographique d'ici 2056 mais un vieillissement de la population toujours présent*. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/sallepresse/communiq/2009/juillet/juillet0915.htm>
- Joanette, Y., Belleville, S., Gély-Nargeot, M. C., Ska, B., & Valdois, S. (2000). Pluralité des patrons d'atteinte cognitive accompagnant le vieillissement normal et la démence. *Revue Neurologique*, 156(8-9), 759-766.
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220. Repéré à http://w3.uqo.ca/cyberpsy/docs/qaires/ssq/SSQ_vf.pdf
- Kirk, L. N. (2008). *Neuropsychiatric symptoms in mild cognitive impairment: Development and testing of a conceptual model*. (69). Disponible chez ProQuest Dissertations & Theses Full Text.
- Kral, V. A. (1958). Neuro-psychiatric observation in an old peoples home: Studies of memory dysfunction in senescence. *Journal of Gerontology*, 13, 169-176.
- Kume, K., Hanyu, H., Murakami, M., Sato, T., Hirao, K., Kanetaka, H., . . . Iwamoto, T. (2011). Frontal assessment battery and brain perfusion images in amnesic mild cognitive impairment. *Geriatrics & Gerontology International*, 11(1), 77-82.
- Larner, A. J. (2012). Screening utility of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA): In place of--or as well as--the MMSE? *International Psychogeriatrics / IPA*, 24(3), 391-396. <http://dx.doi.org/10.1017/S1041610211001839>
- Lawton, M. P., & Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 3, 179-186.

- Lee, J.-Y., Lee, D. W., Cho, S.-J., Na, D. L., Jeon, H. J., Kim, S.-K., . . . Cho, M. J. (2008). Brief screening for mild cognitive impairment in elderly outpatient clinic: Validation of the Korean version of the Montreal cognitive assessment. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, *21*(2), 104-110. <http://dx.doi.org/10.1177/0891988708316855>
- Lee, J. H., Mraz, R., Zakzanis, K. K., Black, S. E., Snyder, P. J., Kim, S. I., & Graham, S. J. (2005). Spatial ability and navigation learning in a virtual city. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, *3*, 151-157.
- Lefrançois, R., Leclerc, G., & Poulin, N. (1995). Étude de la fiabilité de la version française du MFAQ (santé physique). *Canadian Journal on Aging*, *14*(3), 525-535.
- Levy, R., & Working Party of the International Psychogeriatric. (1994). Aging-associated cognitive decline. *International Psychogeriatrics*, *6*(1), 63-68.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Daniel, T. (2012). *Neuropsychological assessment* (5^e éd.). Oxford / New York: Oxford University Press.
- Luis, C. A., Keegan, A. P., & Mullan, M. (2009). Cross validation of the Montreal Cognitive Assessment in community dwelling older adults residing in the Southeastern US. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *24*(2), 197-201. <http://dx.doi.org/10.1002/gps.2101>
- Marchal, F., Chevignard, M., Laurent-Vannier, A., & Quentin, V. (2006). Évaluation des troubles neuropsychologiques en vie quotidienne chez l'enfant. Dans P. Pradat-Diehl & A. Peskine (Éds), *Évaluation des troubles neuropsychologiques en vie quotidienne* (pp. 91-108). New York: Springer.
- McDonald, C. R., Gharapetian, L., McEvoy, L. K., Fennema-Notestine, C., Hagler, D. J., Jr., Holland, D., & Dale, A. M. (2012). Relationship between regional atrophy rates and cognitive decline in mild cognitive impairment. *Neurobiology of Aging*, *33*(2), 242-253.
- McGee, J. S., van der Zaag, C., Buckwalter, J. G., Thiebaut, M., van Rooyen, A., Neumann, U., . . . Rizzo, A. A. (2000). Issues for the assessment of visuospatial skills in older adults using virtual environment technology. *CyberPsychology & Behavior*, *3*(3), 469-482. <http://dx.doi.org/10.1089/10949310050078931>
- McLennan, S. N., Mathias, J. L., Brennan, L. C., & Stewart, S. (2011). Validity of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) as a screening test for mild cognitive impairment (MCI) in a cardiovascular population. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, *24*(1), 33-38. <http://dx.doi.org/10.1177/0891988710390813>

- Morris, J. C., Storandt, M., Miller, J. P., McKeel, D. W., Price, J. L., Rubin, E. H., & Berg, L. (2001). Mild cognitive impairment represents early-stage Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, *58*(3), 397-405.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., 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.
- Nelson, A. P., & O'Connor, M. G. (2008). Mild cognitive impairment: A neuropsychological perspective. *CNS Spectrums*, *13*(1), 56-64.
- Nho, K., Risacher, S. L., Crane, P. K., DeCarli, C., Glymour, M. M., Habeck, C., . . . Saykin, A. J. (2012). Voxel and surface-based topography of memory and executive deficits in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Brain Imaging and Behavior*, *6*(4), 551-567.
- Niu, H. J., Li, X., Chen, Y. J., Ma, C., Zhang, J. Y., & Zhang, Z. J. (2013). Reduced frontal activation during a working memory task in mild cognitive impairment: A non-invasive near-infrared spectroscopy study. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, *19*(2), 125-131.
- Nordlund, A., Rolstad, S., Hellström, P., Sjögren, M., Hansen, S., & Wallin, A. (2005). The Goteborg MCI study: Mild cognitive impairment is a heterogeneous condition. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *76*(11), 1485-1490. <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.2004.050385>
- Okonkwo, O. C., Wadley, V. G., Ball, K., Vance, D. E., & Crowe, M. (2008). Dissociations in visual attention deficits among persons with mild cognitive impairment. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *15*(4), 492-505. <http://dx.doi.org/10.1080/13825580701844414>
- Olson, R. A., Chhanabhai, T., & McKenzie, M. (2008). Feasibility study of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in patients with brain metastases. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, *16*(11), 1273-1278. <http://dx.doi.org/10.1007/s00520-008-0431-3>
- Organisation mondiale de la santé. (1994). *Classification internationale des maladies. Troubles mentaux et troubles du comportement : critères diagnostiques pour la recherche*. CIM-10/ICD-10. Paris : Masson.
- Parasuraman, R. (2000). *The Attentive Brain*. Cambridge, Mass: MIT Press.

- Parsons, T. D., Rizzo, A. A., McGee, J. S., & Buckwalter, J. G. (2005). Gender and cognitive performance: A test of the common cause hypothesis. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *12*(1), 78-88.
- Perry, R. J., & Hodges, J. R. (1999). Attention and executive deficits in Alzheimer's disease A critical review. *Brain: A Journal of Neurology*, *122*(Pt 3), 383-404.
- Peskine, A., Couturier, P., & Verny, M. (2006). Évaluation en vie quotidienne chez les sujets âgés déments. Dans P. Pradat-Diehl & A. Peskine (Éds), *Évaluation des troubles neuropsychologiques en vie quotidienne* (pp. 117-122). New York: Springer.
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, *256*(3), 183-194.
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild cognitive impairment: Clinical characterization and outcome. *Archives of Neurology*, *56*(3), 303-308.
- Plancher, G., Tirard, A., Gyselinck, V., Nicolas, S., & Piolino, P. (2012). Using virtual reality to characterize episodic memory profiles in amnesic mild cognitive impairment and alzheimer's disease: Influence of active and passive encoding. *Neuropsychologia*, *50*(5), 592-602. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.12.013>
- Pugnetti, L., Mendozzi, L., Attree, E. A., Barbieri, E., Brooks, B. M., Cazzullo, C. L., . . . Rose, F. D. (1998). Probing memory and executive functions with virtual reality: Past and present studies. *CyberPsychology & Behavior*, *1*(2), 151-161. <http://dx.doi.org/10.1089/cpb.1998.1.151>
- Rabin, L. A., Roth, R. M., Isquith, P. K., Wishart, H. A., Nutter-Upham, K. E., Pare, N., . . . Saykin, A. J. (2006). Self- and informant reports of executive function on the BRIEF-A in MCI and older adults with cognitive complaints. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *21*, 721-732.
- Ready, R. E., Ott, B. R., Grace, J., & Cahn-Weiner, D. A. (2003). Apathy and executive dysfunction in mild cognitive impairment and Alzheimer disease. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, *11*(2), 222-228. <http://dx.doi.org/10.1176/appi.ajgp.11.2.222>
- Reisberg, B., Ferris, S. H., de Leon, M. J., & Crook, T. (1982). The Global Deterioration Scale for assessment of primary degenerative dementia. *The American Journal of Psychiatry*, *139*(9), 1136-1139.

- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8, 271-276. <http://dx.doi.org/10.2466/pms.8.7.271-276>
- Rey, A. (1958). *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Presses universitaires de France.
- Ritchie, K. (1997). Neuropsychological assessment in Alzheimer's disease: Current status and future directions. *International Psychogeriatrics*, 9(Suppl 1), 95-104. <http://dx.doi.org/10.1017/s1041610297004766>
- Rizzo, A. A., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., Klimchuk, D., Mitura, R., & Parsons, T. D. (2006). A virtual reality scenario for all seasons: The virtual classroom. *CNS Spectrums*, 11(1), 35-44.
- Rizzo, A. A., Schultheis, M., Kerns, K. A., & Mateer, C. (2004). Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(1-2), 207-239.
- Robert, P. H., Berr, C., Volteau, M., Bertogliati, C., Benoit, M., Mahieux, F., . . . Dubois, B. (2006). Neuropsychological performance in mild cognitive impairment with and without apathy. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 21(3), 192-197. Electronic Publication.
- Rosano, C., Aizenstein, H. J., Cochran, J. L., Saxton, J. A., De Kosky, S. T., Newman, A. B., . . . Carter, C. S. (2005). Event-related functional magnetic resonance imaging investigation of executive control in very old individuals with mild cognitive impairment. *Biological Psychiatry*, 57(7), 761-767.
- Rossetti, H., Lacritz, L., Cullum, M., & Weiner, M. (2012). 'Normative data for the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in a population-based sample': Author response. *Neurology*, 78(10), 765-766.
- Sánchez-Benavides, G., Gómez-Ansón, B., Quintana, M., Vives, Y., Manero, R. M., Sainz, A., . . . Peña-Casanova, J. (2010). Problem-solving abilities and frontal lobe cortical thickness in healthy aging and mild cognitive impairment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16(5), 836-845.
- Saunders, N. L. J., & Summers, M. J. (2011). Longitudinal deficits to attention, executive, and working memory in subtypes of mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 25(2), 237-248. <http://dx.doi.org/10.1037/a0021134>

- Saykin, A. J., Wishart, H. A., Rabin, L. A., Flashman, L. A., McHugh, T. L., Mamourian, A. C., & Santulli, R. B. (2004). Cholinergic enhancement of frontal lobe activity in mild cognitive impairment. *Brain: A Journal of Neurology*, *127*(7), 1574-1583. <http://dx.doi.org/10.1093/brain/awh177>
- Sbordone, R. J. (Éd.). (2008). *Ecological validity of neuropsychological testing: Critical issues*. New York: Springer Publishing Co.
- Schröder, J., Kratz, B., Pantel, J., Minnemann, E., Lehr, U., & Sauer, H. (1998). Prevalence of mild cognitive impairment in an elderly community sample. *Journal of Neural Transmission Supplementum*, *54*, 51-59.
- Seron, X. (2009). *La revalidation neuropsychologique: réflexions sur les tendances actuelles*. Paris : Marseille.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, *298*(1089), 199-209.
- Shallice, T., & Burgess, P. (1993). Supervisory control of action and thought selection. Dans A. D. Baddeley & L. Weiskrantz (Éds.), *Attention: Selection, awareness, and control: A tribute to Donald Broadbent* (pp. 171-187). New York, NY: Clarendon Press/Oxford University Press.
- Shallice, T., & Burgess, P. (Éds). (1991). *Higher-order cognitive impairments and frontal lobe lesions in man*. New York: Oxford University Press.
- Smith, G. E., & Ivnik, R. J. (Éds). (2003). *Normative neuropsychology*. New York: Oxford University Press.
- Société Alzheimer du Canada. (2009). Maladie d'Alzheimer et affections connexes : les baby-boomers accentuent la crise. *La revue canadienne de la maladie d'Alzheimer*, *12*(1), 29-30.
- Statistique Canada. (2009). *Effectif et croissance de la population du Canada*. Repéré à <http://www.tatcan.gc.ca/pub/91-520-x/00105/4095095-fra.htm>
- Strauss, E., Sherman, E., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3^e éd.). Oxford / New York: Oxford University Press.
- Thomas-Antérion, C., Ribas, C., Honore-Masson, S. C., Berne, G., Ruel, J. H., & Laurent, B. (2003). Le questionnaire de plainte cognitive (QPC) : un outil de recherche de plainte suspecte d'évoquer une maladie d'Alzheimer. *L'année gériatrique*, *17*(1), 56-65.

- Tippett, W. J., Lee, J.-H., Zakzanis, K. K., Black, S. E., Mraz, R., & Graham, S. J. (2009). Visually navigating a virtual world with real-world impairments: A study of visually and spatially guided performance in individuals with mild cognitive impairments. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *31*(4), 447-454. <http://dx.doi.org/10.1080/13803390802251360>
- Traykov, L., Raoux, N., Latour, F., Gallo, L., Hanon, O., Baudic, S., . . . Rigaud, A.-S. (2007). Executive functions deficit in mild cognitive impairment. *Cognitive and Behavioral Neurology*, *20*(4), 219-224. <http://dx.doi.org/10.1097/WNN.0b013e31815e6254>
- Visser, P., Verhey, F., Ponds, R., & Jolles, J. (2001). Diagnosis of pre-clinical Alzheimer's disease in a clinical setting. *International Psychogeriatrics*, *13*, 411-413.
- Waldron-Perrine, B., & Axelrod, B. N. (2012). Determining an appropriate cutting score for indication of impairment on the Montreal Cognitive Assessment. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *27*(11), 1189-1194. <http://dx.doi.org/10.1002/gps.3768>
- Ward, A., Arrighi, H. M., Michels, S., & Cedarbaum, J. M. (2012). Mild cognitive impairment: Disparity of incidence and prevalence estimates. *Alzheimer's & Dementia*, *8*(1), 14-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jalz.2011.01.002>
- Werner, P., Rabinowitz, S., Klinger, E., Korczyn, A. D., & Josman, N. (2009). Use of the virtual action planning supermarket for the diagnosis of mild cognitive impairment. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *27*(4), 301-309. <http://dx.doi.org/10.1159/000204915>
- Weschler, D. (2001). MEM-III : *Échelle clinique de mémoire de Weschler*. Paris : Centre de psychologie appliquée.
- Winblad, B., Palmer, K., Kivipelto, M., Jelic, V., Fratiglioni, L., Wahlund, L. O., . . . Jack, C. (2004). Mild cognitive impairment – beyond controversies, towards a consensus: Report of the International Working Group on Mild Cognitive Impairment. *Journal of Internal Medicine*, *256*(3), 240-246.
- Wiseman Griesing, T. A. (1999). *Frequency, intrusions, and suffix effects in immediate and delayed recall as a function of aging and Alzheimer's Disease*. Disponible chez ProQuest Dissertations & Theses Full Text. (1999-95014-233).
- Wittich, W., Phillips, N., Nasreddine, Z. S., & Chertkow, H. (2010). Sensitivity and specificity of the Montreal Cognitive Assessment modified for individuals who are visually impaired. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, *104*(6), 360-368.

- Wright, D. W., Goldstein, F. C., Kilgo, P., Brumfield, J. R., Ravichandran, T., Danielson, M. L., & Laplaca, M. (2010). Use of a novel technology for presenting screening measures to detect mild cognitive impairment in elderly patients. *International Journal of Clinical Practice*, *64*(9), 1190-1197.
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, *17*(1), 37-49.
- Zhang, Y., Han, B., Verhaeghen, P., & Nilsson, L.-G. (2007). Executive functioning in older adults with mild cognitive impairment: MCI has effects on planning, but not on inhibition. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *14*(6), 557-570. <http://dx.doi.org/10.1080/13825580600788118>
- Zheng, D., Dong, X., Sun, H., Xu, Y., Ma, Y., & Wang, X. (2012). The overall impairment of core executive function components in patients with amnesic mild cognitive impairment: A cross-sectional study. *BMC Neurology*, *12*, 138. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2377-12-138>

Appendice A

Moyennes et écarts-types au Stroop Virtuel selon les groupes d'âge et le genre chez les participants témoins

Tableau 24

Moyennes et écarts-types au Stroop Virtuel selon les groupes d'âge et le genre chez les participants témoins

	Bonnes réponses		Commissions		Temps de réponse	
	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>M</i>	<i>ÉT</i>
Hommes						
Couleurs						
65-69 ans	71,86	0,38	0,57	0,79	0,67	0,08
≥70 ans	70,33	1,75	0,83	0,76	0,71	0,07
Femmes						
Couleurs						
65-69 ans	71,38	0,90	0,73	0,96	0,66	0,08
≥70 ans	71,25	1,18	0,81	0,98	0,67	0,08
Hommes						
Mots/Couleurs						
65-69 ans	70,00	1,53	2,86	1,95	0,79	0,10
≥70 ans	68,67	2,50	3,33	4,84	0,76	0,13
Femmes						
Mots/Couleurs						
65-69 ans	70,44	1,50	2,20	2,01	0,77	0,13
≥70 ans	68,08	5,58	2,75	2,44	0,80	0,11