

Université de Montréal

Prédiction des habiletés et habitudes de conduite automobile sécuritaire chez les
conducteurs âgés : apport de la neuropsychologie clinique

par
Mylène Hazel

Département de psychologie
Faculté des arts et sciences

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Doctorat (Ph.D.)
en neuropsychologie R/I

Décembre 2012

© Mylène Hazel, 2012

Résumé

L'insécurité routière chez les conducteurs âgés est attribuable en partie, aux effets délétères du vieillissement normal sur le fonctionnement cognitif. Les méthodes d'évaluation neuropsychologique par les tests ayant montré une certaine efficacité dans le cas du dépistage des habiletés de conduite chez les conducteurs âgés atteints d'affections neurologiques pathologiques, la présente thèse vise à évaluer la pertinence de cette approche chez les conducteurs vieillissants de la population générale. Le principal objectif de cette thèse est ainsi d'obtenir une vue d'ensemble sur le rôle et la sensibilité des mesures neuropsychologiques dans la prédiction des habiletés et habitudes de conduite automobile sécuritaire chez les conducteurs âgés. Dans la même perspective, la thèse explore d'autre part le rôle de variables sociodémographiques et psychologiques.

L'article 1 évalue la validité prédictive de sept tests des fonctions visuo-attentionnelles et de la mémoire de travail en regard des habiletés de détection périphérique chez 50 conducteurs âgés de 62 à 83 ans. L'étude sur simulateur de conduite comprend une condition de conduite simple et une condition plus soutenue incluant une distraction téléphonique de type « mains-libres ». Selon les résultats, certains tests cognitifs prédisent bien les temps de détection. En outre, la validité prédictive des tests est plus importante dans la situation de conduite plus exigeante. Cela dit, les résultats de l'article 2 révèlent que le recours aux stratégies d'évitement des situations exigeantes est plus prononcé chez les individus qui présentent des faiblesses à certains des tests neuropsychologiques proposés. Les résultats indiquent en outre que l'utilisation des

stratégies d'évitement routier est plus fréquente chez les conducteurs ayant tendance à déprécier leurs habiletés de conduite générales, à exprimer une moindre perception de contrôle ainsi qu'une attitude défavorable à l'endroit des situations de conduite complexes ou risquées. Les stratégies d'évitement se révèlent donc comme des réponses autorégulatrices proportionnelles aux limitations cognitives et aux perceptions individuelles.

Dans les deux études, l'âge ne permet pas d'expliquer les différences individuelles, ceci ni en termes d'habiletés de détection périphérique ni de tendances autorégulatrices. Le rôle du genre est cependant plus nuancé.

Ainsi, le principal apport de la présente thèse réside dans la constatation que si d'une part, certaines limitations neuropsychologiques sont associées à une réduction des habiletés de détection périphérique, ces mêmes limitations s'accompagnent aussi de mesures autorégulatrices qui peuvent contribuer à réduire le risque routier. Il appert conséquemment que les méthodes de dépistage de l'insécurité routière chez les conducteurs âgés se basant sur l'évaluation des limitations cognitives et attentionnelles doivent également rechercher et évaluer la teneur de leurs comportements routiers autorégulateurs. Dans le contexte de vieillissement de la population, des interventions pourront également miser sur le renforcement de ces comportements.

Mots-clé: conducteurs âgés, tests cognitifs, attention, prédicteur, détection, distraction, stratégies autorégulatrices.

Summary

The increase of crash rates in elderly population can be attributed in some part to the effects of normal aging on cognitive functioning. In the other hand, older drivers are likely to adopt self-regulated driving behaviours, such as driving habits to restrict their exposure to less complex situations. Neuropsychological assessments have shown some efficacy in the field of fitness-to-drive screening of older drivers suffering from neurological disorders. This thesis aims to assess the relevance of clinical neuropsychology in screening methods considering older drivers population. The main goal is thus to study the contribution and the sensitivity of neuropsychological testing in the prediction of skills and habits of safe driving among older drivers. In the same vein, the thesis investigates the role of other socio-demographic and psychological variables.

To this end, article 1 evaluates the predictive validity of seven tests of visuo-attentional functions and working memory efficiency in relation to peripheral detection task performances in 50 drivers aged from 62 to 83 years in a simulated car driving environment. The driving simulation consisted of a simple driving condition and a condition including a "hands-free" cell phone distraction task. The results indicate that some neuropsychological tests, as opposed to age, are good predictors of detection performances. In addition, the predictive validity of the tests is more important in the most challenging driving condition. The Corsi Block Tapping test, assessing visuospatial working memory, is revealed as one of the best predictor of detection skills.

Article 2 was carried from previous neuropsychological testing and self-administered questionnaires related to avoidance driving behaviours, drivers perceptions and attitudes. The results indicate that individuals who show higher difficulties in tests assessing visuospatial working memory, processing speed, and divided and selective attention capacities are significantly more likely to adopt avoidance driving strategies. The results also demonstrate that driving avoidance is higher among drivers who tend to depreciate their general driving skills, to express a lower perception of control and an unfavourable attitude towards risky driving. Avoidance strategies are thus proven to be self-regulatory responses which are proportionate to cognitive limitations and individual perceptions.

In summary, this thesis demonstrates that peripheral detection performances of older drivers in a simulated car study, are well reflected in neuropsychological testing assessing working memory and other attentional abilities. Since detection skills are crucial for driving safety, an indirect link can be established between neuropsychological measures and road safety among older drivers. It also seems that those drivers, who have greater cognitive limitations, are more likely to avoid challenging driving situations, thereby balancing their crash risk. It is concluded that fitness-to-drive assessments based on neuropsychological screening need to be complemented with the assessment of self-regulatory behaviors. In the context of an aging population, new interventions should focus on strengthening self-regulatory behaviors of older drivers.

Keywords: older drivers, cognitive tests, attention, predictors, detection, distraction, self-regulatory strategies

Tables des matières

RÉSUMÉ	IIII
SUMMARY	III
TABLES DES MATIÈRES	V
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	IX
LISTE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS.....	XI
REMERCIEMENTS	X
AVANT-PROPOS.....	XII
POSITION DU PROBLÈME.....	2
LE PHÉNOMÈNE DU VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION : QUEL IMPACT SUR LE BILAN ROUTIER ?	2
LES CONDUCTRICES ÂGÉES.....	5
DÉPISTAGE DES HABILITÉS DE CONDUITE AUTOMOBILE SÉCURITAIRE CHEZ LE CONDUCTEUR ÂGÉ	6
VIEILLISSEMENT COGNITIF NORMAL ET STRATÉGIES COMPENSATOIRES DE CONDUITE	7
CONTEXTE THÉORIQUE.....	10
L'INSÉCURITÉ ROUTIÈRE CHEZ LES CONDUCTEURS ÂGÉS	10
<i>Conducteurs âgés et accidentologie</i>	10
<i>Les conductrices âgées : les stéréotypes à l'épreuve des faits.....</i>	12
L'IMPACT DU VIEILLISSEMENT SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE	14
<i>Le vieillissement cognitif normal.....</i>	14
<i>Le vieillissement se conjugue au pluriel.....</i>	17
LE CADRE CONCEPTUEL DE LA CONDUITE AUTOMOBILE SÉCURITAIRE	19
<i>Le Modèle de la conduite automobile de Michon.....</i>	20
<i>Les performances de conduite selon les théories de la capacité.....</i>	22
<i>Apport des conceptions cliniques dans l'explication des performances individuelles de conduite... 27</i>	27
<i>Les processus attentionnels et la conduite automobile sécuritaire</i>	29
LES STRATÉGIES AUTORÉGULATRICES DANS LA CONDUITE AUTOMOBILE SÉCURITAIRE	34
LA SITUATION DE DISTRACTION COMME CADRE D'ÉTUDE.....	42
OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES.....	47
ARTICLE 1: «SENSIBILITÉ DES TESTS COGNITIFS DANS LA PRÉDICTION DE LA VITESSE DE DÉTECTION PÉRIPHÉRIQUE SUR SIMULATEUR DE CONDUITE CHEZ LES CONDUCTEURS ÂGÉS»	49
ARTICLE 2 : « LES STRATÉGIES AUTORÉGULATRICES CHEZ LES CONDUCTEURS ÂGÉS : IMPLICATION DES VARIABLES NEUROPSYCHOLOGIQUES ET DES PERCEPTIONS SUBJECTIVES ».....	82
DISCUSSION GÉNÉRALE	112
PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS EN REGARD DES OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE LA THÈSE ET COMPARAISON AVEC LES ÉTUDES ANTÉRIEURES	112
APPORTS À LA RECHERCHE SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE	130
<i>L'âge et l'insécurité routière chez les aînés.....</i>	131
<i>Les facteurs cognitifs et l'insécurité routière chez les aînés</i>	134
<i>Complémentarité des deux approches classiques dans la prédiction et la prévention du risque routier des aînés</i>	136
<i>L'usage des stratégies chez les conducteurs âgés</i>	138

IMPLICATIONS POUR L'INTERVENTION	141
<i>Interventions axées sur l'amélioration des stratégies autorégulatrices</i>	141
<i>Interventions axées sur l'amélioration des habiletés</i>	143
<i>Interventions axées sur l'adaptation de l'environnement</i>	145
<i>Rôle des professionnels de la santé</i>	146
LES LIMITES DE L'ÉTUDE ET LES PISTES DE RECHERCHES FUTURES	149
CONCLUSION	157
BIBLIOGRAPHIE	162
ANNEXE 1 :.....	175
QUESTIONNAIRE DE RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX DES ÉTUDES 1 ET 2 CODE D'IDENTIFICATION :	175
ANNEXE 2 :.....	179
QUESTIONNAIRE ANALYSE DES COMPORTEMENTS ROUTIERS (ACR-E), ÉCHELLES A, F ET H	179
ANNEXE 3 : « FORMULAIRE DE CONSENTEMENT »	188
ANNEXE 4 :.....	191
LETTRE DE L'ÉDITEUR DE LA REVUE CANADIENNE DU VIEILLISSEMENT	191
ANNEXE 5 :.....	193
ACCUSÉ DE RÉCEPTION DE LA REVUE CANADIENNE DES SCIENCES DU COMPORTEMENT	193

Liste des tableaux

Article 1

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillon.....	58
Tableau 2. Statistiques descriptives des mesures enregistrées sur simulateur.....	68
Tableau 3. Corrélations entre les tests neuropsychologiques et les temps de détection...69	

Article 2

Tableau 1. Statistiques descriptives de l'échantillon.....	92
Tableau 2. Statistiques descriptives de l'évitement routier en fonction du genre.....	96
Tableau 3. Corrélations entre l'évitement routier et les variables individuelles.....	98

Liste des figures

Article 1

Schéma 1. Paradigme expérimental sur simulateur de conduite 64

Liste des sigles et des abréviations

ACR-E : Questionnaire d'Analyse des Comportements Routiers (version E)

MEM-III : L'Échelle Clinique de Mémoire de Wechsler (3^e Édition)

MVPT : Motor-Free Visual Perception Test

PDT : Peripheral detection task

SAAQ : Société d'assurances automobiles du Québec

TMT : Trail Making Test

UFOV : Useful field of view

WAIS-III : L'Échelle d'intelligence de Wechsler (3^e Édition)

Remerciements

Avant toute chose, je tiens à remercier les membres du Laboratoire de simulation de conduite qui m'ont permis de me familiariser au domaine de la conduite automobile sécuritaire et aidée à élaborer cette recherche. En premier lieu, je remercie mon directeur de recherche, Jacques Bergeron qui, avec son inconditionnelle patience et son écoute rassurante, m'a redonnée la confiance qui venait parfois à manquer. Je remercie bien sûr Martin Paquette et Carl L'Archevêque qui m'ont apporté tout le soutien nécessaire tant sur le plan technique que méthodologique. Je remercie également Miguel Chagnon, M.Sc, du Département de mathématiques et de statistiques de l'Université de Montréal pour son appui en matière d'analyses statistiques. Je tiens également à remercier certains thérapeutes du réseau de la réadaptation spécialisés dans l'évaluation fonctionnelle de la conduite automobile et à son entraînement, tout particulièrement, aux collègues des centres de réadaptation Villa Medica et Lucie-Bruneau, pour m'avoir consacré un peu de leur temps et fait bénéficier de leur expertise. De plus, il importe de souligner l'aide financière des Instituts de recherche en santé du Canada et du fonds Auto21.

Je remercie également tous les participants qui ont accepté de se déplacer jusqu'au laboratoire. Je les remercie pour leur authenticité et leur curiosité. Ce fut pour chacun d'entre eux, de magnifiques moments d'échange. Enfin, je désire adresser ma sincère gratitude à tous mes proches qui ont su m'encourager dans les moments de découragement. Ce fut pour eux aussi une épreuve de longue haleine. Merci de m'avoir patiemment permis de mener ce travail à son aboutissement.

Avant-propos

Cette thèse doctorale comprend deux articles scientifiques rédigés en français. Les recherches ont été approuvées par la direction du Département de psychologie de l'Université de Montréal et la Faculté des études supérieures. Les articles sont précédés d'un premier chapitre faisant la recension des écrits pertinents, et sont suivis d'une discussion globale des résultats et de leurs implications, ainsi que d'une conclusion générale.

Le premier auteur des deux articles est Mylène Hazel et le second auteur est Jacques Bergeron. Ce dernier a consenti à ce que les articles soient inclus dans cette thèse. L'article 1 s'intitule «Sensibilité de l'évaluation neuropsychologique dans la prédiction de la vitesse de détection périphérique chez les conducteurs âgés ». Il décrit les travaux et les résultats obtenus auprès de 50 conducteurs âgés qui ont participé à une session expérimentale au Laboratoire de simulation de conduite de l'Université de Montréal ; l'étude analyse leurs résultats à une batterie de sept tests neuropsychologiques en relation avec leurs performances de conduite et leurs résultats à une tâche de détection périphérique effectuée au cours d'un trajet routier effectué sur simulateur. Cet article a été soumis en novembre 2011 au périodique *Revue canadienne du vieillissement*. Il a déjà été évalué, et l'éditeur nous a écrit ces derniers jours pour nous faire part des commentaires des évaluateurs et nous inviter à réviser le manuscrit dans un délai raisonnable (voir la lettre de l'éditeur en annexe).

Le second article s'intitule « Les stratégies autorégulatrices chez les conducteurs âgés : implication des variables neuropsychologiques et des perceptions subjectives ». Il se base sur les résultats obtenus auprès des mêmes participants aux mêmes sept tests neuropsychologiques, analysées cette fois en relation avec leurs réponses à une batterie de questionnaires portant notamment sur leur niveau de santé, leurs habitudes et expériences de conduite, leur dossier de conduite des dernières années, leurs attitudes et perceptions à l'égard des situations routières complexes, exigeantes ou plus à risque, les situations qu'il ont tendance à éviter, etc. Pour simplifier la lecture cet ouvrage, il importe de mentionner que seuls les tests les plus pertinents ont été mentionnés dans l'article 2. Bien qu'il s'agisse des mêmes participants et d'une séance unique en laboratoire, le thème abordé et les instruments de mesures relatifs à ce deuxième article diffèrent considérablement. Il était donc tout à fait justifié de présenter les résultats dans un article distinct. Cet article été soumis en novembre 2011 au périodique *Revue Canadienne des sciences du comportement*.

Chapitre 1

Position du problème

Le phénomène du vieillissement de la population : quel impact sur le bilan routier ?

Le phénomène du vieillissement de la population est une réalité de plus en plus tangible pour le Québec et les sociétés occidentales en général. En effet, dans quelques années, l'importante cohorte des baby-boomers fera son entrée dans le grand âge. Avec le fort attachement à la voiture que nous lui connaissons, le vieillissement de cette génération contribuera de toute évidence, à faire accroître le nombre de conducteurs âgés voire très âgés sur nos routes (Lyman, Ferguson, Braver & Williams, 2002). Si en 2003, les conducteurs de plus de 65 ans représentaient seulement 12,1 % des titulaires de permis dans la belle province (Bordeleau, 2007), les projections indiquent que le vieillissement de la population aurait commencé à s'accélérer à partir de 2010, c'est-à-dire quand la première cohorte du baby-boom atteindra l'âge de 65 ans. Les chiffres de Statistique Canada (2010) révèlent que ce vieillissement rapide devrait se poursuivre jusqu'en 2031, au moment où les aînés représenteront entre 23% et 25% de la population totale canadienne, soit près du double de leur proportion actuelle. Ayant une espérance de vie plus longue, les femmes âgées sont également plus nombreuses que les hommes âgés. Leur proportion au-delà de l'âge de 80 ans était de 63 % selon les données du recensement pour l'année 2010. Conséquemment, cette surreprésentation se traduira aussi chez les détenteurs d'un permis de conduire par une augmentation du taux de titularisation des femmes âgées, qui s'accompagnerait, selon certains auteurs, d'une

hausse très marquée de leurs taux de collisions (Burkhardt & McGavock, 1999). D'après les projections de la SAAQ, 75% des femmes de 65 ans et plus posséderont un permis en 2015, un taux multiplié par deux si l'on se réfère à l'année 1993 (Tardif, 2003). Ces changements démographiques et leurs répercussions sur le bilan routier soulèvent bien sûr un certain nombre de questions. Quels moyens avons-nous à notre disposition pour identifier les conducteurs les plus à risque ? Quels sont les facteurs contribuant à maintenir ou au contraire à hypothéquer leurs comportements sécuritaires sur la route ?

Les statistiques et tendances en matière d'accidentologie peuvent bien sûr apporter certains éléments de réponse. Dans la province du Québec, les données brutes indiquent que seules 13,4% des personnes décédées sur les routes en 2003 étaient âgées de 65 ans et plus (Bordeleau, 2007). À première vue, ces données paraissent rassurantes. Or, si l'on rapporte ces taux au nombre de kilomètres parcourus, les conducteurs de 75 ans et plus détiendraient le taux de collisions mortelles ou graves le plus élevé après le groupe les 16-19 ans au Québec (Bordeleau, 2007). Selon certains auteurs (Massie, Campbell, & Williams, 1995), les conducteurs âgés présenteraient en outre la plus forte probabilité de périr suite à une collision, et seraient impliqués dans quatre à six fois plus de collisions impliquant des blessures corporelles graves que les conducteurs plus jeunes (Bieliauskas, 2005). En somme, si les tendances se maintiennent, le nombre de collisions fatales ou avec blessures graves devrait logiquement augmenter dans les années à venir.

Redoutant une forte expansion des coûts socioéconomiques, les autorités routières encouragent et financent la recherche sur la conduite automobile des aînés depuis un certain temps. Contrairement aux collisions généralement reliées à des manœuvres

téméraires chez les jeunes conducteurs, il est maintenant reconnu par exemple, que les collisions des seniors résultent en majorité, d'erreurs de conduite (Assailly, Bonin-Guillaume, Mohr, Parola, Grandjean, & Frances, 2006). Il se trouve en effet, que les taux de telles erreurs ont tendance à augmenter au cours du vieillissement, en particulier dans les situations de conduite complexes et exigeantes sur le plan cognitif (Bordeleau, 2007 ; Guerrier, Manivannan, & Nair, 1999). Cependant, à l'image des trajectoires individuelles qui sont au grand âge particulièrement uniques et hétérogènes entre elles, les processus délétères du vieillissement normal et leurs effets sur l'individu et leurs habiletés dans les tâches cognitives telle que la conduite, sont extrêmement variables. Or, la recherche ayant surtout mis l'accent jusqu'ici sur la conduite automobile des individus atteints de pathologies du vieillissement, les connaissances actuelles sur la conduite des aînés sains sont plus limitées. D'autre part, les études sur les habiletés de conduite des conducteurs âgés telles qu'elles ont été menées jusqu'à présent, ont surtout consisté à objectiver des différences d'âge entre catégories d'âge très extrêmes et méritent d'être reconsidérées. Généralisantes, ces études ne permettent pas de dégager les facteurs qui contribuent à rendre un individu âgé plus à risque que ses semblables et peuvent même avoir l'effet malheureux de conforter les idées négatives et délétères du vieillissement, et à pérenniser les préjugés. Un rapport du Conseils des aînés du Québec (2010) confirme que la conduite automobile des personnes âgées est souvent l'objet d'allusions dans les médias qui laissent souvent croire que le vieillissement engendre inévitablement la perte de la capacité de conduire. Il est donc de grande importance de trouver des approches qui veilleront à ce que les conducteurs sécuritaires ne soient pas privés du privilège de ce privilège en raison de leur âge.

Les conductrices âgées

Selon Siren et Hakamies-Blomqvist (2005), les valeurs et les concepts qui dominent l'imaginaire collectif ayant trait au domaine de la conduite automobile, la virilité, la vitesse, le pouvoir sont très loin de l'univers féminin. Même si l'époque où il était pratiquement interdit pour les femmes de conduire un véhicule est aujourd'hui bien révolue, certains préjugés défavorables persistent à leur endroit (Michael, 1986). Les preuves à l'effet qu'elles possèdent de moindres habiletés que les hommes et qu'elles soient, par rapport à eux, davantage à risque sont assez limitées. Certaines études ont par exemple invoqué le manque d'habileté des femmes pour expliquer les différences intersexes retrouvées au niveau de la typologie de leurs collisions, notamment leur taux élevé de collisions en conditions idéales de conduite (Guerrier et al., 1999 ; Laapotti & Keskinen, 2004). En revanche, les résultats indiquent clairement que les femmes manquent encore de confiance en leurs habiletés, et qu'elles ont tendance à les dévaluer (D'Ambrosio, Donorfio, Coughlin, Mohyde, & Meyerm, 2008). Tandis que les résultats décrivant une augmentation des taux de collisions peuvent s'expliquer par le seul fait de l'augmentation du poids démographique des femmes âgées, certains facteurs environnementaux peuvent sans doute contribuer à mieux rendre compte des différences avancées en matière d'habiletés, comme le niveau d'expérience et le degré d'exposition souvent moins élevés chez les femmes en situation maritale dont le conjoint conduit plus fréquemment (Cedersund, 1990; Siren & Hakamies-Blomqvist, 2006). Qui plus est les femmes âgées ont tendance à faire davantage preuve de prudence que leurs semblables masculins, ces habitudes de conduite pouvant agir à titre de facteur protecteur dont il faut évidemment tenir compte et inclure au chapitre des habiletés de conduite

sécuritaires. Le fait demeure que de nombreux préjugés persistent à l'égard des femmes dans le contexte actuel, le manque d'études empiriques ne permettant pas de les contrecarrer.

Dépistage des habiletés de conduite automobile sécuritaire chez le conducteur âgé

L'enjeu consisterait donc maintenant à reconnaître et faire valoir le caractère hautement hétérogène des individus âgés sains et à rechercher les facteurs responsables des différences traditionnellement associées à l'âge et même au genre. En cela, les études portant sur la conduite automobile des aînés devraient d'abord s'intéresser à l'identification des facteurs protecteurs ou de vulnérabilité influençant le risque d'erreurs individuel de façon à mieux outiller les intervenants responsables de se positionner sur leur niveau de compétence et leur sécurité. En effet, les professionnels de santé qui portent le fardeau de ces décisions, manquent de lignes directrices et d'outils validés, et leur diagnostic n'abonde pas toujours dans le sens des évaluations de la conduite effectuées sur la route (Molnar, Patel, Marshall, Man-Son-Hing, & Wilson, 2006). Bien qu'efficaces et fiables, les techniques d'évaluation sur route sont pour le moins coûteuses, et impliquent souvent de longs délais. De plus, elles s'avèrent totalement inappropriées pour évaluer les réactions face à une situation routière imprévue ou en condition d'urgence. La recherche doit donc se mettre au service de ces professionnels en évaluant d'une part, la contribution des facteurs individuels et le pouvoir de prédiction d'outils de mesures indirectes de la conduite automobile sécuritaire, et doit également veiller à favoriser le maintien ou le renforcement des habiletés. En effet, le fait d'être privé du privilège de conduire un véhicule est pour les

personnes âgées, lourd de conséquences. Avec l'amointrissement du rôle de la famille dans la prise en charge des aînés, cette activité incarne vraisemblablement l'un des derniers piliers forts de l'indépendance, et en cela, favorise le maintien d'une certaine qualité de vie du bien-être psychologique (D'Ambrosio et al., 2008; Rudman, Friedland, Chipman, Sciortino, 2006; Marottoli, Mendes de Leon, Glass, Williams, Cooney, & Berkman, 2000). Privés de leur moyen de transport privilégié, les ex-conducteurs tendent en effet à réduire leurs activités en dehors du foyer, ce qui contribue à les isoler et qui peut contribuer à l'apparition de symptômes dépressifs (Fonda, Wallace, & Herzog, 2001; Rudman, Friedland, Chipman, & Sciortino, 2006). Certes, il existe des alternatives de transport, mais un rapport de l'OCDE (2001) confirme que celles-ci ne sont pas suffisamment adaptées ni accessibles, et qu'elles sont même parfois plus risquées.

En outre, un autre aspect doit être pris en compte dans l'appréciation des comportements routiers sécuritaires chez les aînés. Globalement plus enclins à certains comportements plus prudents, ces derniers semblent peut-être tenir compte de leurs limitations. À ce propos, il est probable que les conducteurs âgés sachent reconnaître leurs difficultés et puissent ainsi mettre en place des stratégies de conduite leur permettant de maintenir le risque routier à un niveau acceptable.

Vieillessement cognitif normal et stratégies compensatoires de conduite

En effet, la relation entre le risque d'erreur et les habiletés de conduite est modérée par une autre variable importante, le style de conduite. Notamment moins enclins à rechercher des sensations fortes, la prise de risque est peu répandue chez les aînés

(Daigneault, Joly, & Frigon, 2002). À ce sujet cependant, plusieurs questions demeurent entières. Dans quelle mesure ce style de conduite prépondérant à l'âge avancé répond-il à des besoins autorégulateurs visant à compenser pour les limitations cognitives existantes ? Ces stratégies sont-elles vraiment efficaces et parviennent-elles à maintenir un risque équivalent à celui des conducteurs moins hypothéqués sur le plan cognitif ? Enfin, quel type de stratégies est privilégié par ces conducteurs ? Une meilleure compréhension des mécanismes autorégulateurs peut venir en appui à l'élaboration de méthodes d'intervention visant à prolonger la conduite des aînés, et par là même, réduire une part des problèmes psychosociaux découlant de la perte du permis de conduire.

Les recherches ont jusqu'à maintenant plutôt été orientées dans une perspective d'habiletés et de déficits, et moins axées sur le potentiel adaptatif de l'individu âgé. Pourtant, cette double orientation est incontournable pour qui veut saisir la globalité des comportements humains relatifs à la conduite automobile (Reason, Manstead, Stradling, & Baxter, 1990) et éventuellement, aider les conducteurs âgés à continuer à conduire plus longtemps, et de façon sécuritaire.

Dans cette perspective, la présente thèse exposera d'abord l'état des connaissances au sujet de deux catégories de conducteurs, les conducteurs âgés et en particulier de sexe féminin, un sous-groupe dont le poids démographique s'accroîtra dans les prochaines années, de manière à rendre compte des différences ou des caractéristiques qui les distinguent des autres conducteurs, tant sur le plan des habiletés que du style de conduite. Un objectif central de la thèse nous amènera à embrasser une double perspective, soit la plus classique ayant trait à l'impact des aspects délétères du vieillissement ayant un

impact sur la conduite automobile sécuritaire, puis la perspective plus novatrice, qui place au premier plan le caractère adaptatif de l'être humain, ce dans l'espoir d'apporter de nouvelles connaissances et des outils adaptés au service des chercheurs et des cliniciens en matière de prédiction et de prévention des risques.

Contexte théorique

Alors que les principaux objectifs viennent d'être exposés, il s'agira dans un premier temps d'acquérir une meilleure connaissance des conducteurs âgés et de leurs spécificités. Cette section débutera donc par une brève revue des données en matière d'accidentologie.

L'insécurité routière chez les conducteurs âgés

Conducteurs âgés et accidentologie

En premier lieu, la typologie et les causes des collisions des conducteurs âgés sont passablement distinctes de celles des autres conducteurs. Tandis que les collisions des jeunes conducteurs résulteraient souvent de violations du code de la route, les collisions des conducteurs âgés relèveraient principalement d'erreurs de conduite liées à certaines défaillances des processus attentionnels (Assailly et al., 2006; Parker, McDonald, Rabbitt, & Sutcliffe, 2000). Ce constat s'explique aisément dans la mesure où les habiletés de conduite dépendent en bonne partie de ces capacités, et que ces dernières déclinent normalement avec l'âge, sous l'effet délétère des processus du vieillissement cognitif normal (Parker et al., 2000). Des études démontrent par exemple que le niveau

de difficultés d'attention que rapportent les conducteurs âgés est le meilleur prédicteur du nombre de collisions récentes (Assailly et al., 2006; Parker et al., 2000). Dans une étude effectuée auprès de 904 volontaires âgés de 65 ans et plus, Assailly et ses collaborateurs (2006) confirment qu'en plus des erreurs d'inattention, les défauts d'observation et la diminution de la vitesse de traitement sont d'autres problèmes fortement intriqués aux défauts attentionnels, qui contribuent à faire augmenter le nombre de collisions chez les aînés. Si la composante sélective des fonctions attentionnelles est souvent mise en cause, la composante intensive référant notamment aux mécanisme de vigilance et d'attention soutenue est également impliquée selon une étude québécoise (Bordeleau, 2007). L'auteur précise également d'autres facteurs de collisions fréquents chez les aînés, tel que l'état de fatigue ou l'épisode de sommeil (50% des cas), l'épisode d'inattention ou de distraction (20% des cas). Selon certains auteurs, les erreurs attentionnelles des conducteurs âgés sont précisément associées à des difficultés de partage attentionnel (Parker et al., 2000), en l'occurrence, lorsque la situation exige l'exécution de plusieurs opérations mentales à la fois, et lorsqu'elle requiert d'agir rapidement (Assailly et al., 2006 ; Keskinen, Ota, & Katila, 1998). Les erreurs d'inattentions (Parker et al., 2000) et les collisions (Bordeleau, 2007; Guerrier et al., 1999; Keskinen et al., 1998) survenant aux intersections sont ainsi particulièrement fréquentes. Les données québécoises indiquent que 17,6% des collisions mortelles des conducteurs âgés québécois surviennent à une intersection, au moment d'effectuer un virage à gauche (Bordeleau, 2007). Particulièrement exigeante pour le système cognitif des conducteurs âgés, cette situation requiert en effet le traitement simultané d'un grand nombre d'informations en constante évolution et intègre une forte contrainte temporelle (Parker et al., 2000).

Les conductrices âgées : les stéréotypes à l'épreuve des faits

Outre ces considérations générales, les connaissances à l'égard des habiletés de conduite et des difficultés propres aux conductrices âgées demeurent au stade rudimentaire. Selon les données disponibles sur l'ensemble des conductrices (tout âge confondu), lorsque l'exposition de conduite est contrôlée, celles-ci sont davantage impliquées dans des collisions survenant aux intersections que les hommes (Garber & Srinivasan, 1991; Stamatiadis et al, 1991 cités par Guerrier et al., 1999). D'après les informations rapportées par les conductrices, il appert qu'elles sont plus enclines que les hommes à rapporter des difficultés pour certaines situations spécifiques de conduite, comme les intersections (Guerrier et al., 1999), et de manière générale, qu'elle avouent davantage manquer de confiance en leurs habiletés de conduite (D'Ambrosio, et al., 2008; Siren, Hakamies-Blomqvist, & Lindeman, 2004). Selon plusieurs auteurs, ce manque de confiance les inciterait d'ailleurs peut-être à cesser de conduire à un plus jeune âge (Charlton, Oxley, Fildes, Oxley, Newstead, O'Hare, & Koppel, 2003; Hakamies-Blomqvist & Sirén, 2003), à réduire leur exposition de conduite (Oxley, Charlton, Scully, & Koppel, 2010; Charlton et al., 2003) et à éviter davantage certaines situations de conduite complexes, comme les lieux peu familiers ou les routes achalandées (Oxley et al., 2010). Selon Oxley et collaborateurs (2010), le faible niveau d'exposition des femmes âgées suffirait à rendre compte des problèmes de confiance qu'elles ont tendance à rapporter. En n'endossant que très rarement le rôle du conducteur principal du foyer (Cedersund, 1990; Siren & Hakamies-Blomqvist, 2006), les femmes âgées ne bénéficieraient pas de la même expérience que leur conjoint dans la gestion des

situations plus complexes, et n'auraient pas autant d'occasion d'améliorer et de maintenir leur niveau d'habiletés (MacDonald, 1994; Massie et al., 1995 cités par Oxley et al., 2010).

La principale constatation qui peut être tirée à propos des conductrices d'âge avancé, se rapporte, de toute évidence, à leur manque de confiance à l'égard de leurs habiletés de conduite et leur tendance à se retirer de la route à un plus jeune âge. Il semble que ces différences de genre à l'âge avancé, traduisent surtout l'implication de facteurs psychosociaux (rôles sexuels traditionnels, normes sociales, rapport à soi, etc). À ce propos, il importe de rappeler que la conduite automobile a déjà été une activité strictement réservée aux hommes. La conduite automobile a d'ailleurs rapidement été investie de valeurs ou de projections très masculines (Siren, Hakamies-Blomqvist, & Lindeman, 2004). Sous l'influence des normes sociales et des préjugés à leur égard, les femmes âgées ont certainement adopté un rapport différent à la performance automobile et n'y retrouvent probablement pas autant de gratification que les hommes.

En faisant la lumière sur les projections démographiques et le rôle du vieillissement cognitif sur la détérioration du bilan routier notamment, cette première section a permis d'introduire la problématique se rapportant aux conducteurs âgés. La prochaine section permettra de préciser le rôle du vieillissement cognitif dans l'atteinte des capacités nécessaires à la conduite automobile sécuritaire.

L'impact du vieillissement sur la sécurité routière

Le vieillissement cognitif normal

De toute évidence, la conduite sécuritaire repose sur la mise en œuvre d'un grand nombre de fonctions et processus cognitifs. Le vieillissement qui affecte le système cognitif, n'est en fait qu'un petit maillon dans la chaîne des changements survenant progressivement avec les années au cours du vieillissement normal. En effet, « le vieillissement normal peut se définir comme l'action du temps sur les êtres vivants et comme l'ensemble des processus moléculaires, cellulaires, histologiques, physiologiques et psychologiques qui accompagnent l'avance en âge » (Jeandel, 2005). Ce concept a été introduit en opposition à l'idée d'un vieillissement forcément pathogène et négatif. À toute fin pratique, on parle de vieillissement normal lorsqu'un individu ne présente ni démence, ni pathologie à même d'affecter sa cognition.

Les changements affectant le système nerveux central se manifestent entre autres par des altérations ou des lésions microscopiques, entraînant une perte de la densité neuronale, une perte synaptique et dendritiques et une accumulation de dégénérescences granulaires, neurofibrillaires et de plaques séniles (Chicherio, 2006). La neurotransmission n'est pas non plus épargnée, et l'on note des effets délétères à ce niveau chez les neurones dopaminergiques, noradrénergiques et acétylcholinergiques (Luc Buée & Claude-Alain Maurage, 2008). Ces changements ne concernent pas toutes les zones du cerveau de manière identique, et tendent à se concentrer dans les régions frontales (Chicherio, 2006), siège des fonctions exécutives et de la mémoire de travail. Plus récemment, les études en

imagerie fonctionnelle ont également démontré des modifications dans les patrons d'activation neuronale. Il est constaté que pour certaines tâches de mémoire épisodique (Nyberg, Cabeza, & Tulving, 1996), de contrôle inhibiteur (Nielson, Langenecker, & Garavan, 2002), ou d'appariement de visages (Grady, Maisog, Horwitz, Ungerleider, Mentis, Salerno, et al., 1994; Grady, McIntosh, Horwitz, & Rapoport, 2000) notamment, les activations enregistrées chez les adultes âgés sont plus étendues et plus bilatéralisées que celles qu'on retrouve chez les jeunes. Ces observations ont donné lieu à l'élaboration de nouvelles théories suggérant dans l'âge avancé, la réduction de l'asymétrie de la latéralisation cérébrale et à la création du modèle HAROLD (Hemispheric Asymetry Reduction in Older Adults) (Cabeza, 2002). Ce phénomène viendrait refléter la mise en œuvre de mécanismes compensatoires pour la baisse d'efficacité des autres réseaux et l'augmentation des niveaux de difficulté des tâches complexes (Cabeza, 2002).

Ces changements observés sur le plan neuronal à l'aide des techniques d'imagerie laissent donc envisager une baisse d'efficacité du système cognitif, et particulièrement des régions pré-frontales en charge notamment, des capacités de traitement. Les résultats des études plus classiques des effets délétères de l'âge, corroborent effectivement la présence de changements à ce niveau. Ces études se sont orientées selon deux approches principales, soit selon une approche analytique et une approche globale. La première tend à fragmenter le système de traitement en processus spécifiques, et à les étudier séparément. L'approche globale privilégie à l'inverse la théorie qu'un nombre réduit de facteurs généraux, étroitement liées et interdépendants, soit à l'origine de ces différences venant avec l'âge (Salthouse, 1991). Selon les adeptes de l'approche globale, ces

médiateurs des effets d'âge seraient en l'occurrence, la baisse de la vitesse de traitement (Lindenberger, Mayr, & Kliegl, 1993; Salthouse, 1994), la diminution des ressources attentionnelles (Craik, & Byrd, 1982; de Ribaupierre et al., 1998) et l'altération des processus exécutifs de la mémoire de travail (MacDonald, Just, & Carpenter, 1992 ; Chicherio, 2006), tel que les processus inhibiteurs (Hasher, Stoltzfus, Zacks, & Rypma, 1991; Salthouse, 1994), de coordination et de flexibilité mentale (Kray & Lindenberger, 2000).

La thèse du déclin de la vitesse de traitement a été développée par Salthouse (1991, 1996). Sans doute la plus populaire dans la communauté scientifique, elle s'explique assez bien par la baisse de la transmission neuronale existant sur le plan neurochimique (Salthouse, 1996). Il semblerait cependant, que cette variable médiatrice n'arrive pas à rendre compte de tous les effets d'âge observés aux cours des tâches cognitives. Une part de cette variance semble effectivement mieux expliquée par la réduction des ressources de traitement (Craik & Byrd, 1982). Plus faibles chez les enfants et les aînés (de Ribaupierre et al., 1998), ces ressources suivraient une évolution non-linéaire (en forme de cloche) au cours du développement. La diminution des ressources affecterait autant les capacités de stockage que l'efficacité des traitements, ces derniers impliquant l'exécution de processus exécutifs coûteux (l'inhibition, la coordination et la flexibilité) et nécessitant également un apport attentionnel suffisant (Fisk & Sharp, 2004; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000; Hasher & Zacks, 1979; Posner & Snyder, 1975; Schneider & Shiffrin, 1977). De plus, les carences affectant les processus exécutifs d'inhibition, auraient pour effet d'augmenter l'encombrement de la mémoire de travail, et par là même, d'augmenter le niveau d'interférence (Kray &

Lindenberger, 2000). À la manière du déclin de la vitesse de traitement, ces altérations agiraient donc à titre de médiateurs des effets d'âge sur les performances cognitives.

Si les effets du vieillissement nous ont peut-être paru brutaux et déterminants pour l'adulte âgé, nous verrons dans la prochaine section, qu'il existe une grande variabilité ainsi qu'une impressionnante capacité de résilience dans la manière de vivre cette ultime étape du développement. De même qu'il est généralement admis, d'ailleurs, que les individus en santé au cours de leur vie ont tendance à jouir de ce capital durant leur vieillesse (l'inverse étant aussi vrai), le vieillissement n'est pas toujours synonyme de perte et de maladie. Qui plus est, le cerveau, comme on l'a vu, possède une force étonnante de flexibilité et de plasticité et tend à se réorganiser, ce qui permet à l'individu de se maintenir à une certaine efficacité sur le plan fonctionnel. La prochaine section exposera d'abord la part d'hétérogénéité qui revient à cette étape du développement, une caractéristique qui incarne en soi un véritable défi en matière d'identification des conducteurs à risque.

Le vieillissement se conjugue au pluriel

Le nombre et le poids respectifs des facteurs qui entrent en jeu dans le vieillissement sont tels, qu'ils suffisent à eux seuls à expliquer sa si grande hétérogénéité. Bien que les aspects génétiques prédisposent à certaines maladies, les facteurs environnementaux en agissant à titre de médiateurs des effets de l'âge, contribuent également à façonner la vieillesse de chacun. Face au phénomène de vieillissement de la population, le

gérontologue Jeandel (2005) invite à ce propos à la plus grande prudence : « les données démographiques ne doivent pas masquer le caractère remarquablement hétérogène du processus de vieillissement », tout en ajoutant que les tendances ou les valeurs moyennes ne sauraient s'appliquer à un individu. L'auteur incite donc celui qui s'intéresse à l'individu âgé en tant que sujet d'étude à embrasser une approche différentielle et individuelle. Bien que la segmentation en tranches d'âge ait un avantage indéniable sur le plan statistique, celle-ci, dit-il, a l'effet pernicieux de pérenniser les stéréotypes socioculturels véhiculant une image du vieillissement qui est homogène et négative, et dominée par la perte et le déficit. Au contraire, certaines études ont permis d'identifier chez des individus âgés entre 70 et 95 ans et suivis sur des périodes plus ou moins longues, un profil de « non-modification » des capacités fonctionnelles, cognitives et physiques dans environ un tiers des cas (cité par Jeandel, 2005). Ces exemples reflètent bien l'existence d'un vieillissement réussi ou à haut niveau de fonctionnement, lequel est généralement associé à une pratique plus fréquente d'activité physique, un investissement personnel et social, un nombre inférieur de facteurs de risque de maladies cardiovasculaires (meilleures habitudes alimentaires, faible consommation d'alcool ou de tabac), un statut socio-économique et académique plus élevé, au maintien d'activités stimulantes intellectuellement et une humeur généralement positive (Jeandel, 2005). De toute évidence, ces modérateurs des effets de l'âge sont tous des ingrédients qui favorisent plus ou moins directement, le maintien d'un bon fonctionnement cognitif.

Les concepts d'hétérogénéité du vieillissement et du vieillissement à haut fonctionnement ont bien leur sens dans le domaine de la conduite automobile sécuritaire.

D'ailleurs, un bon nombre d'auteurs affirment qu'une majorité de conducteurs vieillissants traversent les années sans trop de heurts (Ball & Owsley, 2003), et que seule une faible proportion d'entre eux serait imputable pour le taux accru de collisions (Hakamies-Blomqvist & Wahlstrom, 1998).

Si les sections précédentes auront permis d'entrevoir le rôle des processus du vieillissement cognitif dans la détérioration des performances de conduite des conducteurs âgés, et de la détérioration de leur bilan routier, il se dégage également qu'un petit nombre de fonctions puissent être responsables du déclin des performances cognitives, en l'occurrence, les processus attentionnels et exécutifs de la mémoire de travail et la vitesse de traitement, des fonctions pouvant être regroupées sous le terme de capacités de traitement. La suite de l'argumentation visera donc à déterminer le rôle de ces fonctions dans la conduite automobile sécuritaire, et par là même, dans l'explication de l'augmentation des erreurs de conduite des aînés.

Le cadre conceptuel de la conduite automobile sécuritaire

Bien qu'un certain nombre de modèles soient à la disposition des chercheurs dans le domaine des comportements routiers, ceux qui s'y réfèrent sont relativement rares. Les modèles théoriques sont pourtant de riches outils pour qui veut mieux cerner son objet d'étude et faire évoluer les connaissances vers un tout unifié. Le présent chapitre passera donc en revue les modèles les plus pertinents dans l'explication des processus cognitifs impliqués dans la conduite automobile sécuritaire, soit le modèle de Michon et les

théories de la capacité. Il s'agira entre autres de comprendre en quoi la conduite automobile peut être assimilée à une tâche cognitive d'une grande complexité, et par quels mécanismes certains facteurs individuels peuvent affecter son niveau de difficulté et le risque d'erreurs.

Le Modèle de la conduite automobile de Michon

Incluant autant de composantes relevant des habiletés que du style de conduite, le modèle hiérarchisé de Michon (1979, 1985) peut certainement aider à comprendre la nature des difficultés des conducteurs âgés. Selon cet auteur, la conduite automobile se déclinerait selon trois niveaux temporels de traitement de l'information et de prise de décision: au niveau supérieur, le palier stratégique, les choix sont effectués avant même de prendre le volant et déterminent l'exposition au risque par le choix de l'itinéraire et la planification des conditions de conduite, tant sur le plan qualitatif (choix du type de route, du moment de la journée, etc.) que quantitatif (kilométrage, durée, etc.). Au niveau tactique, le conducteur prend ses décisions (choix d'effectuer un dépassement ou un virage, d'accélérer ou de ralentir, choix de modifier l'itinéraire prévu, d'augmenter la distance de sécurité, etc.) à partir de son analyse de la situation routière (densité du trafic, présence de piétons, analyse des comportements des autres usagers, etc.). Les décisions effectuées aux deux premiers paliers dépendent autant d'une bonne connaissance de ses propres limitations que d'un bon jugement. Enfin, au niveau opérationnel, le danger est imminent et une action du conducteur est exigée dans l'instant. Ce sont davantage les habiletés de conduite (capacités à contrôler le véhicule, rapidité d'exécution, etc.) et la

vivacité des capacités de traitement de l'information, visuelles et motrices qui déterminent le niveau de risque.

Selon le modèle, les collisions peuvent donc résulter de plusieurs types d'erreurs. Celles-ci peuvent ainsi survenir à un moment plus ou moins rapproché d'une collision ou d'une quasi-collision, et affecter aussi bien le traitement des informations routières réalisé par le conducteur que ses choix et réponses. Selon Rumar (1990), l'erreur qui mènerait le plus fréquemment à une collision est l'erreur de détection. Cette erreur « de n'avoir pas vu » peut en général être attribuée à un défaut de l'exploration visuelle, à un manque d'attention, à une source de distraction, à un épisode de somnolence, ou à une cause environnementale, comme le manque de visibilité. Ce type d'erreurs entraîne généralement des réactions tardives, ou la prise de mauvaises décisions. En dépit d'un traitement adéquat des informations, il arrive en effet que le conducteur prenne des décisions qui soient mal adaptées à la situation ou à ses propres limitations. C'est le cas du conducteur fatigué qui décide de conduire de nombreuses heures sans s'arrêter, ou qui n'adapte pas sa conduite en fonction des mauvaises conditions météorologiques. Tandis que dans le premier cas, ce sont les problèmes d'autocritique qui sont majoritairement en cause, dans le deuxième, ce sont les erreurs de jugement, d'anticipation ou plus simplement le manque d'expérience, limitant la capacité de guider la recherche visuelle par les attentes de l'individu et donc, les processus *top-down*. Suite à une erreur tactique commise au niveau perceptif ou décisionnel, il arrive que le conducteur soit confronté à une situation d'urgence (ex. devoir freiner rapidement). Dans ce cas, l'issue dépendra surtout de ses automatismes de conduite, de sa vitesse de

traitement et d'exécution, et des facteurs environnementaux (état de la chaussée, état du véhicule, distance, pluie, etc.).

Les performances de conduite selon les théories de la capacité

Le modèle de la conduite automobile proposé par Michon fait état d'un nombre impressionnant de traitements et de décisions à réaliser simultanément. Or, la plupart de ceux-ci impliquent un coût pour le système cognitif, lequel est d'autant plus élevé que la situation est complexe (densité visuelle, éléments d'interférence, présence de piétons, configuration de la route, etc.). Cette idée de coût cognitif, a été conceptualisée entre autres, par les théories de la charge mentale. Utilisant également les terminologies de « charge cognitive » ou de « charge mentale de travail », elle se définit selon Wickens (1984) « en termes de relations entre l'offre (ressources disponibles) et la demande (exigences et complexité de la tâche) » et spécifie la quantité de ressources de traitement déployées pour accomplir une tâche (O'Donnell et Eggmeier, 1986). Lorsque la demande égale ou excède les ressources du conducteur, le niveau de difficultés ou la probabilité de commettre des erreurs tendent alors à augmenter. Cette gestion économique du système cognitif s'explique en premier lieu par la rareté de ses ressources. À la lumière des théories de la capacité, la section suivante viendra maintenant préciser la nature des principaux processus cognitifs du système de traitement de l'information qui sont communs aux tâches complexes. Ces théories, comme nous le verrons, sont particulièrement pertinentes dans l'explication des conditions de survenue des erreurs de traitement, et en particulier des erreurs d'inattention et de distraction.

La plupart des processus cognitifs mis en jeu dans l'exécution des tâches complexes nécessitent un certain apport énergétique. Or, cette énergie mentale, appelée « effort » (Norman & Bobrow, 1975), « ressources » ou « attention » selon les auteurs, se trouve en quantité limitée. Cette proposition, qui est à la base des théories de la capacité, implique que le système doit procéder au fractionnement de ses ressources et à leur allocation en fonction des demandes et des priorités. Tout en disposant dans le même temps de réserves limitées en quantité, le système jouit d'une grande liberté dans la distribution des ressources attentionnelles. Selon les auteurs, celles-ci seraient par ailleurs stockées en fonction de leur utilité, en l'occurrence, dans des réserves dédiées à chacune des modalités de traitement, ou dans une réserve centrale amodale (Wickens, 1984). Les théories propres aux réserves à modalité spécifique permettent de rendre compte du faible degré d'intrusion de certaines tâches auditives sur les tâches visuelles (ex. écouter la radio et préparer à manger), tandis que les autres arrivent à bien rendre compte des effets d'interférence. Wickens (1984) suggère en outre, l'existence de pools de ressources exclusifs aux niveaux du traitement (*ie*, perception, réponse, etc.), ce qui implique un autre type de compétition pour les ressources.

Heureusement, les processus cognitifs mis en œuvre par le conducteur ne puisent pas systématiquement dans les réserves. Schifffrin et Schneider (1977) ont en effet introduit l'idée d'une distinction entre les processus contrôlés et les processus automatiques, venant départager respectivement, les processus dépendants des ressources disponibles, qui sont conscients et qui s'effectuent en série, de ceux qui ne demandent aucun effort ou presque, aucun traitement conscient, qui sont extrêmement rapides et qui s'effectuent

en parallèle (Perruchet, 1988). Il est admis par exemple, que certains processus attentionnels sont automatiques. C'est le cas notamment de l'attention exogène, un processus d'orientation automatique de l'attention déclenchée par l'effet d'un changement soudain dans l'environnement (ex. le son d'un klaxon). Or, il arrive également que des processus qui étaient auparavant contrôlés, deviennent automatisés. En conduite automobile et de manière générale d'ailleurs, cette automatisation est rendue possible par la répétition et la présence de conditions régulières et consistantes. Tirant profit de ses automatismes de conduite, le conducteur expérimenté parviendra ainsi à supporter de plus grandes demandes cognitives, et à augmenter son niveau d'habileté. Du fait d'un entraînement intensif (ex. pilote de course), l'expertise d'un individu peut également faire décupler le nombre d'automatismes et lui permettre de supporter avec plus d'aisance des conditions de plus grande complexité.

Cet exposé sur les théories de la capacité et leur implication dans l'identification des caractéristiques individuelles affectant les performances cognitives ne saurait s'avérer complet sans l'apport des théories physiologiques et leurs mécanismes énergétiques. L'énergétique, dans le cadre du traitement de l'information, renvoie à un ensemble de concepts utilisés pour décrire l'état de l'organisme (éveil, vigilance, activation, fatigue, etc.). Le niveau d'éveil dépendrait en fait de l'état mental et physique de l'individu, et affecterait la vigilance et la disponibilité des ressources. Dépendamment de leur niveau de santé, les individus vieillissants qui sont de grands consommateurs de produits pharmaceutiques sont donc plus à risque que la moyenne sur ce plan et une évaluation de la médication prescrite peut s'avérer pertinente en contexte d'évaluation du risque routier. D'autre part, un autre mécanisme énergétique peut influencer la mobilisation

d'un individu envers une tâche: le niveau d'activation. L'activation représente la dimension intensive, énergétique du comportement, et a intéressé très tôt les chercheurs dans son influence sur l'efficacité des processus perceptifs, cognitifs (Kahneman, 1973). En fait, les études démontrent que la relation entre le niveau d'activation et la performance est non linéaire. En d'autres termes, les performances bénéficient davantage d'un niveau d'activation moyen, que de niveaux élevés ou faibles (Yerkes & Dodson, 1908).

En somme, les ressources et processus attentionnels semblent être à la base des activités cognitives de grande complexité, comme l'est la conduite automobile. Les difficultés sont particulièrement grandes lorsque la tâche met en jeu des processus contrôlés, lorsque ceux-ci ont des caractéristiques communes et drainent les mêmes réserves de ressources, lorsque l'état physiologique de l'individu n'est pas optimal pour la tâche (Hockey, 1986) et lorsque son niveau d'activation est soit très faible, soit très élevé. Dans ces cas particuliers, l'individu a le choix d'augmenter son niveau d'effort s'il privilégie le maintien de ses performances à un niveau élevé, ou il a le choix d'accepter de diminuer son objectif de performance et ainsi de maintenir un même niveau d'effort.

Appliquées à l'étude de la conduite automobile sécuritaire, ces théories nous informent que les variations des capacités de traitement, permettent de rendre compte du risque d'erreurs en relation au contexte de conduite ou en fonction de l'individu lui-même. Ainsi, nous aurons vu que certains contextes sont plus propices que d'autres aux erreurs de conduite. Les carences énergétiques, comme le manque d'activation et la baisse du niveau d'éveil sont responsables de l'augmentation des erreurs en situations monotones de conduite (McBain, 1970) et durant certaines heures critiques de la journée (entre 13h

et 15h et 2 et 6 h) (Direction de la Sécurité Routière et la Prévention Routière, 2008). D'autre part, le caractère limité des ressources est responsable des risques élevés en situation de conduite complexe, comme les situations d'interférence, de tâches multiples, de distraction ou de forte densité d'informations, où les exigences en terme traitement peuvent plus facilement dépasser les capacités de traitement du conducteur. De surcroît, les caractéristiques du conducteur ont également leur contribution sur son niveau de performances. Certaines de ses erreurs peuvent ainsi être liées à l'état de ses capacités de traitement, lesquelles peuvent être temporairement diminuées par l'effet de drogues, de l'alcool ou de la fatigue. Ces altérations peuvent en revanche être plus durables. La littérature est d'abord non équivoque au sujet de l'effet délétère sur la disponibilité des ressources cognitive venant du manque d'expérience. En effet, les conducteurs expérimentés ou experts qui bénéficient encore peu des automatismes de conduite, font face à des niveaux de demandes très élevés. Ces théories suggèrent en outre la contribution de l'âge. Celles-ci font remarquer en effet que les performances cognitives sont plus faibles durant certaines étapes du développement, soit durant la période de l'enfance et du grand âge. À ce propos, il appert que l'âge en tant que facteur des performances cognitives, soit parfois insuffisant ou réducteur, dans la mesure les processus du vieillissement cognitif décrivent des trajectoires diverses en fonction des individus.

Cette section a permis de rendre compte des principales théories pertinentes relativement à l'étude des processus cognitifs et autres variables impliqués dans la conduite automobile sécuritaire. Ceci dit, le recoupement entre les processus cognitifs indispensables à la conduite et les processus généraux atteints au cours du vieillissement

cognitif est assez clair, une constatation venant d'autre part confirmer le rôle du vieillissement cognitif dans la détérioration du bilan routier accompagnant l'avance en âge. Or, la nature de ces processus cognitifs peut également être évaluée et décrite à partir de conceptions plus « cliniques », impliquant une toute autre terminologie. Étant donné leur apport indéniable dans la littérature et la nécessité d'intégrer cet autre champ conceptuel important au travail, les prochaines sections traiteront des approches cognitives et neuropsychologiques de l'attention.

Apport des conceptions cliniques dans l'explication des performances individuelles de conduite

Les approches cliniques considèrent les processus cognitifs selon un cadre théorique et une terminologie légèrement différents. Comme on l'a vu, les conceptualisations propres aux capacités de traitement prennent la forme d'un système disposant de ressources en quantité limitée et se chargeant de les distribuer. Pour évoquer les mêmes processus, les approches cliniques feront plutôt référence à la mémoire de travail, une entité fonctionnelle et structurelle qui se localiserait, entre autres, dans les régions préfrontales dorso-latérales du cerveau (Smith & Jonides, 1997). La mémoire de travail se définirait comme un système de capacité limitée responsable du maintien temporaire et de la manipulation de l'information durant la réalisation de tâches cognitives variées. Développé par Baddeley et Hitch (1974), ce concept a été proposé en alternative à celui de mémoire à court terme du modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968). Il serait composé d'un système de contrôle attentionnel, en l'occurrence, l'administrateur central, de deux systèmes esclaves chargés du stockage et du maintien temporaire de l'information et

d'un buffer épisodique agissant à titre de système de stockage temporaire d'informations multi-modales et d'interface temporaire entre les systèmes esclaves (la boucle phonologique et le registre visuo-spatial) et la mémoire à long terme. L'administrateur central aurait un rôle particulièrement important dans l'exécution des tâches complexes, car il se chargerait de sélectionner, coordonner et contrôler les opérations de traitement. Plus précisément, Baddeley et collaborateurs lui attribuent trois fonctions principales : la fonction de coordonner la performance en situation de double-tâche, la flexibilité mentale (ou le « shifting ») ou la capacité de passer d'une stratégie ou d'un mode de réponse à un autre et enfin, l'inhibition, qui permet de filtrer les informations non pertinentes et de se soustraire à l'interférence, ces processus étant à la base des différents types d'attention, soit l'attention divisée et sélective. Bien qu'il n'ait pas été décrit dans les différentes théories explicatives des performances cognitives, le rôle de la vitesse de traitement est très important dans les approches cliniques. Elle correspondrait à l'habileté à opérer rapidement différents processus cognitifs (Salthouse, 1996) et influencerait le niveau de performances.

La dernière section a démontré sur le plan théorique, que les processus cognitifs liés à la mémoire de travail, aux fonctions attentionnelles et à la vitesse de traitement, des concepts qui sont en l'occurrence liées aux capacités de traitement, seraient de la plus haute importance dans les tâches complexes, telle que la conduite automobile sécuritaire (Richardson & Marottoli, 2003). Or, comme nous l'avons également mis en évidence dans des sections précédentes, ces fonctions sont précisément celles qui se voient rapidement altérées au cours du vieillissement cognitif. La suite du travail considérera l'étendue des preuves empiriques des relations entre les fonctions ainsi identifiées et les

habiletés de conduite automobile sécuritaire. L'axe de recherche, qui sera décrit dans cette section, tend plutôt à répondre concrètement aux besoins des cliniciens. En effet, ces derniers doivent parfois se positionner sur les répercussions fonctionnelles des déficits cognitifs de leurs patients, et en particulier, sur leur aptitude à conduire un véhicule. Classiquement, ces travaux explorent chez les patients cérébrolésés ou conducteurs âgés, les relations existant entre l'évaluation des fonctions cognitives telle qu'estimé par les tests, et les habiletés de conduite mesurées ou le dossier de conduite récent en termes de nombre de collisions effectuées, par le biais d'une épreuve sur route ou sur simulateur, et par questionnaires. En ce qui concerne les travaux privilégiant les valeurs psychométriques, leur objectif est principalement d'évaluer la validité écologique des tests cognitifs, soit leur pouvoir de prédiction en matière de conduite automobile sécuritaire.

Les processus attentionnels et la conduite automobile sécuritaire

Bien que le lien entre les processus cognitifs au service des capacités de traitement et les habiletés de conduite automobile sécuritaire ait été évalué et confirmé empiriquement auprès de diverses populations de patients, la présente section se focalisera sur les résultats en lien avec les conducteurs âgés et sains. Il s'agira en somme d'effectuer une revue des résultats pertinents à l'égard des tests cognitifs ayant montré des associations ou un pouvoir de prédiction significatifs relativement à différentes variables de conduite.

Des auteurs ont par exemple étudié chez les aînés, la relation existant entre les scores obtenus à certaines épreuves cognitives et le nombre de collisions dans l'histoire de

conduite récente. Ce champ de recherche a d'abord permis de confirmer le pouvoir prédictif du test Trail Making Test (TMT), un test évaluant les capacités d'attention divisée et sélective, et les capacités de flexibilité mentale, en raison de ses associations avec le nombre d'accidents routiers survenus récemment. En effet, plusieurs études démontrent que chez les conducteurs seniors, ce nombre varie négativement en fonction de la précision et négativement avec les temps de réponse au TMT A (Ball, Roenker, Wadley, Edwards, Roth, et McGwin, 2006; Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist, & Johansson, 1998; Mapstone, Rosler, Hays, Gitelman, & Weintraub, 2001; Stutts, Stewart, & Martell, 1998) ainsi qu'au TMT B (Stutts et al., 1998 ; Daigneault et al., 2002; Marottoli, Richardson, Stowe, Miller, Brass & Cooney, et al., 1998) par rapport aux seniors n'ayant rapporté aucun incident du genre. De la même manière, une étude démontre que les aînés ayant eu une ou plusieurs collisions, comparativement à ceux qui n'en rapportent aucune, émettent un nombre d'erreurs et des temps de réponses supérieurs au test de Stroop tel qu'estimé par la somme des erreurs et des latences de réponses aux conditions Interférence et Flexibilité, une mesure de l'attention sélective et divisée, des capacités d'inhibition et de la sensibilité à l'interférence (Daigneault, et al., 2002). Il appert également que certains tests de barrage présentent des corrélations significatives avec le nombre de collisions survenues dans les années précédentes (Maratolli & Richardson, 1998). Il se dégage enfin, que la performance globale à l'épreuve du champ visuel utile (UFOV), une épreuve mesurant l'attention sélective, l'attention divisée et la vitesse de traitement notamment, est négativement corrélée avec le nombre de collisions récentes (Ball & Owsley, 1991; Ball, Owsley, & Sloane, 1991; Ball & Owsley, 1993; Ball, Owsley, Sloane, Roenker, & Bruni, 1993; Ball, & Rebok, 1994; Ball, Roenker, Wadley, Edwards, Roth, McGwin, et al., 2006; Bieliauskas, 2005;

Owsley, Ball, Sloane, Roenker & Bruni, 1991; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000).

D'autres travaux peuvent nous renseigner sur la valeur prédictive des tests sur certaines habiletés de conduite. Ceux-ci ont été effectués à partir d'évaluations sur route et sur simulateur de conduite. À ce propos, certains auteurs confirment la validité du simulateur de conduite chez les aînés et sont favorables à son utilisation auprès de cette population (Bieliauskas, 2005; Lee, Cameron, & Lee, 2003 ; Lee, Lee, Cameron & Li-Tsang, 2003). Une étude effectuée auprès de 129 personnes âgées de 60 à 88 ans démontre par exemple que les performances enregistrées sur simulateur expliquent 65,7% de la variabilité du rendement sur route (Lee et al., 2003). Par rapport aux travaux traitant du lien entre les mesures neuropsychologiques et le taux de collisions, les travaux explorant les liens entre ces mesures et les habiletés de conduite objectives révèlent des associations plus fortes selon une revue systématique de la littérature (Anstey, Wood, Lord, & Walker, 2005). Ce constat est en outre assez clair dans l'étude de De Raedt et Ponjaert-Kristoffersen (2000) où les associations entre les tests cognitifs et les résultats d'une évaluation sur route sont presque toutes deux fois plus fortes que les celles objectivées à partir du nombre de collisions dans l'histoire récente. En effet, les collisions étant des événements relativement rares, elles sont moins susceptibles de varier en fonction des tests que les performances enregistrées en temps réel. Par rapport aux collisions qui peuvent avoir eu lieu plusieurs années auparavant, les mesures recueillies sur simulateur ou sur route, ont également l'avantage d'être contemporaines à l'évaluation cognitive, un élément qui augmente d'autant la force des relations. À l'aide d'une tâche de conduite sur route, des auteurs démontrent ainsi que les scores à une

tâche d'attention visuelle (barrage de chiffres) sont significativement associés à différents comportements observés au volant, en particulier les comportements d'interaction avec les autres voitures et les piétons (Richardson & Marottoli, 2003). Selon différents travaux, les temps de réponse obtenu au TMT A possède un bon pouvoir de prédiction du verdict final (réussite/échec) d'une évaluation standardisée sur route (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001) ou du score total émis par l'évaluateur (Odenheimer, 1994). Grâce à une expérimentation utilisant la vidéo, les comportements des aînés aux intersections sont également mis en relation avec le nombre de réponses exactes à une tâche de calcul mental, une mesure de la mémoire de travail. Selon les auteurs, les seniors détenant les meilleurs scores présentent des temps de décision supérieurs avant d'effectuer leur virage à gauche et privilégient des distances de sécurité supérieures, comme si leur avantage cognitif consistait à bénéficier d'une plus grande clarté des événements et ainsi, de pouvoir prendre des décisions plus sécuritaires (Guerrier, et al., 1999). Enfin, Rogé et collaborateurs (2005) démontrent en outre que les conducteurs qui possèdent un champ visuel utile inférieur, tel que mesuré par un pourcentage de réduction par rapport à un champ visuel optimal de 70 degrés d'excentricité, sont plus lents à réagir aux obstacles inattendus (recul d'un camion) au cours d'une expérimentation sur simulateur de conduite, et qu'ils conduisent plus lentement de manière générale. Les auteurs suggèrent à ce propos que la quantité d'informations visuelles pouvant être traitées simultanément étant dépendante de la taille du champ visuel utile, il est probable que les conducteurs désavantagés à ce niveau tendent à conduire à une vitesse inférieure de manière à autoréguler et réduire la quantité d'information entrantes. Enfin, il est également démontré que le score global du test

UFOV corrèle fortement et plus globalement avec le score total d'une évaluation des habiletés de conduite sur route (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000).

À partir de cette revue, plusieurs constats peuvent être avancés. En premier lieu, il a été établi de manière empirique que certaines fonctions attentionnelles et exécutives ont un rôle essentiel dans la conduite automobile sécuritaire des aînés. D'un point de vue méthodologique, on a pu identifier des outils valides et sensibles aux variations des performances ou risque réels sur la route, comme le simulateur de conduite, et certains tests neuropsychologiques, comme le TMT ou l'UFOV, ces derniers ayant démontré des résultats assez stables et intéressants, notamment dans les études recensées par Anstey et collaborateurs (2005). Au regard de l'un des objectifs de cet ouvrage, les mesures psychométriques sont vraisemblablement de bons médiateurs et de bons prédicteurs des effets d'âge en matière de conduite automobile, en ce qu'ils parviennent assez bien à refléter la variabilité des performances des conducteurs seniors.

Dans la mesure où les évaluations visant à départager les conducteurs aînés à risque de ceux qui jouissent toujours de bonnes habiletés doivent être améliorées, ces données sont intéressantes et encourageantes. En effet, la conduite automobile est souvent un gage de santé et de bien-être pour ces individus et les décisions à cet égard doivent être prises avec les plus grandes précautions. Tandis que les sections précédentes auront permis d'isoler certaines méthodes et outils pouvant aider à l'identification des médiateurs cognitifs des effets de l'âge en conduite automobile et à leur évaluation, elles auront en outre révélé l'étendue du potentiel adaptatif de l'être humain, tant sur le plan neurologique que fonctionnel. En effet, des travaux ont su démontrer de nombreux

exemples de la plasticité du cerveau, comme la réorganisation de ses patrons d'activation neuronal, ou l'amélioration des performances cognitives suite à l'apprentissage de stratégies (Baltes & Kliegl, 1992) et l'entraînement intensif (Chollet, 2000; Bherer, Kramer, Peterson et al., 2004). Ainsi, il a été prouvé qu'en dépit d'un âge avancé, et même en présence d'une neuropathologie, le déclin cognitif et l'augmentation des difficultés aux tâches cognitives, s'associaient avec la mise en place de mécanismes compensatoires visant à maintenir le niveau d'erreurs à des seuils suffisamment bas. Ainsi, nous pouvons maintenant reconnaître que les handicaps ou les incapacités d'un individu ne sont pas forcément proportionnels aux déficits objectivés. Cette réalité, si elle s'avère vraie dans le domaine de la conduite automobile, peut certainement contribuer à compliquer et parfois même à amoindrir la relation entre les mesures neuropsychologiques et le risque de collision ou même certaines habiletés de conduite. Bien que les connaissances en la matière demeurent rudimentaires, des travaux ont effectivement révélé la présence de comportements routiers compensatoires visant à contrebalancer le déclin des habiletés de conduite. La prochaine section ouvre donc sur un chapitre résolument différent avec l'objectif d'identifier les comportements routiers compensatoires, et d'analyser l'influence du déclin cognitif dans leur mise en place.

Les stratégies autorégulatrices dans la conduite automobile sécuritaire

Comme nous l'avons fait remarquer, le vieillissement s'accompagne de changements visuels, cognitifs et moteurs qui peuvent rendre la conduite d'un véhicule plus difficile. Afin de compenser leurs difficultés et de maintenir un niveau de sécurité qui soit

adéquat, plusieurs conducteurs âgés autorégulent leur conduite (Baldock, Mathias, McLean, & Berndt, 2006; Ball et al., 1991; Hakamies-Blomqvist & Wahlstrom, 1998; Marottoli et al., 1998; Richardson & Marottoli, 2003). L'autorégulation dans ce domaine spécifique peut être considérée comme l'action volontaire de réduire son exposition de conduite aux situations difficiles ou exigeantes, voire son exposition générale, ce jusqu'à la décision d'une cessation définitive (Sullivan, Smith, Horswill, & Lurie-Beck, 2011; Charlton, Oxley, Fildes, Oxley, Newstead, Koppel, & O'Hare, 2006). Conformément au modèle de la conduite de Michon (1979, 1985), le conducteur possède un rôle décisionnel et régulateur lui permettant de gérer ses propres difficultés. Avec son organisation hiérarchisée, le modèle prévoit en outre, que les failles ou les difficultés constatées soient prises en compte dans l'élaboration des décisions à chacun des niveaux et donneraient lieu à des stratégies tactiques (réduction de la vitesse, report d'un dépassement, allongement de la distance de sécurité, etc.) et stratégiques (évitement de situations problématiques, réduction de l'exposition générale, etc.). Selon Charlton et collaborateurs (2006), l'autorégulation, au sens entendu, implique, à la manière du modèle de Michon, que le conducteur ajuste lui-même ses comportements routiers en adéquation avec le niveau d'altération de ses capacités cognitives, motrices ou visuelles, entre autres. Or, les processus impliqués dans l'adoption de telles stratégies, ou les facteurs qui les influencent, sont pour le moins complexes et méconnus. Ce qui est sûr cependant, c'est l'intérêt que suscitent aujourd'hui ces stratégies autorégulatrices chez les chercheurs du monde entier, pour leur potentialité dans le domaine de l'intervention et de la prévention routière (Sullivan et al., 2011).

Pour faire face au déclin cognitif, il peut être pertinent de chercher à restreindre sa conduite aux situations bien maîtrisées et qui imposent une demande cognitive tolérable. Aussi, cette stratégie d'évitement des situations exigeantes se retrouve plus fréquemment chez les aînés. Les recherches menées jusqu'à maintenant ont étudié les relations qu'entretiennent ces comportements autorégulateurs avec les variables de conduite objectives et subjectives (habiletés objectives ou perçues, dossier de conduite, etc.), et certaines caractéristiques démographiques stables (âge, genre, niveau de santé). Si les données s'accordent généralement sur le fait que, la prévalence des stratégies d'évitement des situations exigeantes tendent à être plus marquée chez les aînés que chez les jeunes, leur prévalence varie considérablement d'une étude à l'autre (Ball, Owsley, Stalvey, Roenker, Sloane, & Graves, 1998; Hakamies-Blomqvist & Wahlström, 1998; Charlton et al. 2006; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Oxley et al., 2010). Tandis que Ball et collaborateurs (1998) établissent des taux d'évitement (conduite de nuit, heure de pointe) de l'ordre de 70 à 80 % chez les individus âgés de 55 ans et plus, les taux mesurés par Hakamies-Blomqvist & Wahlström (1998) sont beaucoup plus modestes et atteignent tout juste la barre des 40% pour les mêmes situations et pour des individus âgés de 70 ans et plus. L'étude de Charlton et collaborateurs (2006) indique quant à elle, que tout au plus, un quart (6-26%) des individus indique éviter intentionnellement certaines situations spécifiques de conduite.

Par ailleurs, les taux d'évitement peuvent également varier en fonction de la situation évitée. Selon Charlton et collaborateurs (2006), les situations les plus évitées sont la conduite par temps de pluie (26%), la conduite de nuit (25%), la conduite durant les heures de pointe (22%) et enfin, les situations d'intersections (10%). Si la proportion

générale des individus affirmant être des utilisateurs de ces stratégies semble assez faible, il est toutefois reconnu que certains facteurs individuels (intrapersonnels, interpersonnels, environnementaux) viennent augmenter cette propension. D'abord de fortes tendances à l'évitement routier semblent exister chez les femmes (D'Ambrosio, Donorfio, Coughlin, Mohyde, & Meyer, 2008; Charlton et al., 2006; Oxley et al., 2010) et les personnes plus âgées (Charlton et al., 2006; D'Ambrosio et al., 2008). Les résultats à propos des femmes âgées s'avèrent assez stables à travers les études. Celles-ci ont ainsi tendance à réduire leur exposition générale de conduite (Charlton, Oxley, Fildes, Oxley, Newstead, O'Hare, & Koppel, 2003; Oxley et al., 2010) à éviter certaines situations spécifiques, telles que les longues distances et les lieux non familiers (D'Ambrosio et al., 2008), et à cesser volontairement de conduire à un âge inférieur à celui des hommes, et ce, malgré qu'elles soient souvent en meilleure santé que ces derniers (Charlton et al., 2003; Hakamies-Blomqvist & Sirén, 2003).

En ce qui concerne les variables directement liées à la conduite, les résultats sont plus mitigés. Si le recours aux stratégies d'évitement routier semble particulièrement accrue après la survenue d'une ou plusieurs collisions (Charlton, et al., 2006; Daigneault et al., 2002; Rudman et al., 2006) ou dans le cas où le conducteur se dit peu confiant vis-à-vis de ses habiletés de conduite (Marottoli & Richardson, 1998; Parker, Macdonald, Sutcliffe, & Rabbitt, 2001), il ne semble pas varier systématiquement avec le niveau d'habiletés de conduite évalué objectivement (Charlton, Oxley, Fildes, & Les, 2001; Cushman, 1996; Marottoli & Richardson, 1998). Provenant majoritairement d'échantillons de conducteurs très âgés ou ayant reçu un diagnostic de démence, ces résultats sont en revanche discutables. D'autres résultats plus récents indiquent que la

majorité des individus qualifiés de « conducteurs faiblement compétents » par un examinateur, rapportent un nombre supérieur de stratégies d'évitement que les « bons conducteurs » (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001), ou affirment à tout le moins, éviter certaines situations spécifiques (Charlton et al., 2006). D'après ces résultats, il existe donc une première ambiguïté à l'effet que les conducteurs âgés sains, puissent réguler adéquatement leur conduite par la mise en place de comportements d'évitement des situations exigeantes. En effet, une bonne autorégulation passe d'abord par une prise de conscience avérée de ses limitations. Hormis les femmes, les premiers résultats semblent plutôt indiquer que les aînés, dans leur majorité, n'ont pas tendance à rapporter de difficultés particulières au niveau de leur conduite (Richardson & Marottoli, 1998). Une étude traduit particulièrement bien cette constatation en indiquant que l'autoévaluation des habiletés de conduite ou le niveau de confiance ne varie pas en fonction du nombre de collisions antérieures (Richardson & Marottoli, 1998).

De plus, d'autres études ayant évalué le rôle de la santé ont révélé que le fait de rapporter un moindre niveau de santé (D'Ambrosio et al., 2008; Oxley et al., 2010) est associé à certaines tendances d'évitement plus marquées, comme le fait d'éviter de conduire la nuit, en particulier sous la pluie, et durant les périodes de fortes affluences (Charlton et al., 2006). Comme le confirment d'autres auteurs, les problèmes visuels sont d'autre part de très puissants incitatifs à l'utilisation de stratégies compensatoires, surtout dans les situations à faible visibilité (Charlton et al., 2006). Charlton et collaborateurs (2006) indiquent en outre que les individus rapportant de tels problèmes ont 1,5 fois plus de tendances à l'évitement que ceux n'en indiquant aucun.

Quelques études ont également exploré le rôle des facteurs cognitifs à partir de l'observation directe de conducteurs âgés sains ou atteints sur le plan neurologique. Les résultats obtenus sont parfois surprenants. Ainsi, plusieurs études démontrent chez des patients cérébrolésés ou déments qu'il n'existe pas de concordances systématiques entre les résultats aux tests cognitifs et la fréquence d'erreurs de conduite (Fisk, Owsley, & Mennemeier, 2002; Lundqvist, Gerdle, & Ronnberg, 2000; McKenna, 1998). Des auteurs démontrent également que 50 % de leur échantillon formé de conducteurs âgés de 60 à 75 ans présentant des déficits d'attention et de vitesse de traitement de l'information à la suite d'un accident vasculaire cérébral, parviennent à réussir leur évaluation sur route (Lundqvist, et al., 2000). De la même manière, une revue de la littérature confirme récemment que 25 à 80% des patients atteints de démence réussissent tout de même la dite évaluation (Molnar, Patel, Marshall, Man-Son-Hing, & Wilson, 2006).

De manière tout à fait intéressante, une étude a vérifié que les patients réussissant leur examen de conduite, se distinguent des autres en ce qu'ils présentent une plus forte propension à faire l'usage de stratégies compensatoires (Cushman, 1992). Interrogés sur leurs habitudes de conduite, ceux-ci disent avoir par exemple tendance à éviter de conduire la nuit, à éviter les espaces restreints pour se garer et privilégiaient une vitesse réduite. Ces exemples démontrent de toute évidence que certains patients, grâce à une suffisamment bonne conscience de leurs difficultés, parviennent à contourner certains de leurs déficits et demeurent, au moins à court terme, suffisamment sécuritaires au volant. Ces résultats aussi étonnants qu'ils puissent paraître, invitent les chercheurs autant que les professionnels chargés d'estimer la gravité des risques chez les conducteurs

vulnérables à la plus grande prudence, et à s'intéresser autant aux stratégies compensatoires qu'aux déficits (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000).

Ceci dit, et pour revenir au thème principal, des études confirment que l'état des capacités attentionnelles et exécutives, tel que mesuré par les tests ou perçu subjectivement, a une influence sur la propension des conducteurs âgés sains, à mettre en place des comportements compensatoires. Par exemple, des auteurs démontrent que la diminution des capacités perceptuelles et attentionnelles, tel qu'évaluées par le test UFOV, se traduit par une augmentation en nombre et en fréquence de stratégies d'évitement de situations exigeantes (Ball, et al., 1998 ; Stutts, Stewart, & Martell, 1998; Okonkwo, Crowe, Wadley, & Ball, 2008). De manière intéressante, Tétréault (1998) qui s'intéresse aux conducteurs de tous les âges (25 à 70 ans), met en évidence que le recours aux stratégies d'évitement est lié aux perceptions que les conducteurs ont de leur capacités cognitives. Enfin, Daigneault et collaborateurs (2002) montrent que par rapport au groupe contrôle, les conducteurs de 65 ans du groupe rapportant trois collisions ou plus, présentent non seulement un nombre total d'erreurs supérieur dans la condition 2 (flexibilité) du test *Color Trail* ainsi qu'au cours des conditions Inhibition et Flexibilité du test de Stroop (somme des erreurs), mais indiquent également conduire plus prudemment (réduction de la vitesse) et avoir l'intention de réduire leur prise de risque.

L'implication des variables neuropsychologiques dans le recours aux stratégies d'évitement n'est cependant pas toujours aussi évidente. Bien qu'ils établissent un lien significatif entre le niveau de recours aux stratégies d'adaptation et les temps de

réponses obtenus au TMT A, Audet et D'amours (2002) indiquent que les mesures cognitives se révèlent globalement d'une assez faible valeur prédictive. Basés sur un échantillon de 442 conducteurs âgés de 65 ans et plus, de sexe masculin et féminin, et résidant dans la région de l'Estrie, leurs résultats se référant aux autres mesures cognitives, telles que le TMT B (secondes), le MVPT, le nombre de mots correctement lus en 40 secondes dans la condition Inhibition du test de Stroop, le test de Substitution de symboles (WAIS-R), ne font état d'aucun lien avec le niveau de recours aux stratégies d'adaptation, et établissent au contraire que celui-ci est davantage motivé par la présence de problèmes de santé. Conformément à l'hypothèse de Marottoli et Richardson (1998), les auteurs suggèrent qu'il est probablement très difficile de procéder à une juste auto-évaluation. Il est probable en effet, qu'en dehors de déficits francs et pris en charge médicalement (problèmes de santé, problèmes visuels), les individus n'aient pas pleinement conscience des risques occasionnés par d'autres conditions plus subtiles qui apparaissent progressivement au cours du vieillissement cognitif. Cela dit, certaines conditions de base semblent néanmoins nécessaires pour un bon fonctionnement des capacités d'autorégulation. Daigneault et collaborateurs (2002) mettent l'accent sur l'importance de l'intégrité des capacités de jugement et d'autocritique, mais l'on peut également penser au contrôle inhibiteur et aux capacités de flexibilité mentale.

D'après les travaux existants, la relation entre les capacités de traitement ou les habiletés de conduite proprement dites et la propension à faire usage de stratégies compensatoires n'est donc pas claire. De même, la question de son efficacité est tout aussi mitigée. Une étude confirme à ce propos que les conducteurs âgés n'ayant rapporté aucune collision

déclarent un nombre de stratégies supérieur, comparativement aux conducteurs rapportant une collision ou plus (De Readt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000). De manière intéressante, cependant, Reason et collaborateurs (1990) encouragent ce type de recherches en soulignant l'intérêt de décloisonner les champs d'études traditionnels des facteurs psychologiques liés à la conduite sécuritaire; d'une part les facteurs cognitifs, de l'autre les facteurs psycho-sociaux, leur combinaison s'avérant nécessaire afin de préciser la relation entre les comportements et la survenue de collisions.

La dernière section aura souligné l'intérêt d'étudier les aspects stratégiques de la conduite des aînés. Dans la mesure où des déficits ou des faiblesses cognitives sont détectées et qu'elles ont des répercussions sur le niveau de charge cognitive occasionnée, il s'avérera important de vérifier en parallèle les mesures prises par les conducteurs afin de les compenser. La prochaine section permettra de mieux camper notre objet d'étude à travers un champ d'étude important, soit la conduite automobile sous l'influence d'une distraction. Aussi, nous exposerons sa pertinence et son intérêt dans l'évaluation des différences individuelles, de même que des résultats s'y rapportant à l'égard des conducteurs âgés.

La situation de distraction comme cadre d'étude

Si le vieillissement cognitif produit un effet délétère sur les capacités de partage attentionnel des aînés de manière générale, celui-ci contribue certainement aussi à amoindrir leur capacité à gérer les situations de distraction au volant. À des fins d'expérimentation, une situation de distraction peut représenter une condition idéale pour tester l'impact des variables neuropsychologiques sur les performances

individuelles. Suffisamment exigeante, une situation de distraction au volant impose des charges cognitives importantes sur le système cognitif et implique la mise en jeu des différents processus cognitifs dont il a été question dans les sections précédentes. Qui plus est, la sensibilité à la distraction au volant est un sujet d'importance en sécurité routière et les facteurs individuels qui l'influencent gagnent à être mieux compris.

Longtemps négligé au profit des études traitant des autres causes importantes de collisions comme l'alcool et la vitesse, le phénomène de la distraction au volant commence à peine à révéler la réalité de son ampleur. Selon des études américaines du NHTSA (Stutts, Reinfurt, Staplin, & Rodgman, 2001), la distraction serait à l'origine de 25 à 30 % des collisions. Plus préoccupante encore, une étude effectuée sur la base d'une centaine d'enregistrements visuels, aurait capté, dans 80 % de toutes les collisions et dans 65 % des quasi-collisions, un moment d'inattention dans les trois secondes précédant l'impact (Stutts, 2005). Bien que le concept de distraction soit défini de bien des façons, la définition récemment approuvée lors de la conférence internationale de la distraction au volant (Toronto, 2005) paraît tout à fait appropriée : « La distraction suppose un détournement de l'attention accordée à la conduite, parce que le conducteur s'intéresse temporairement à un objet, une personne, une tâche ou un événement qui n'est pas lié à la conduite, ce qui diminue sa vigilance, sa capacité de décision ou son rendement, et augmente les risques de gestes correctifs, de collisions ou de quasi-collisions ».

Suite aux efforts concertés des chercheurs, les risques en matière de téléphonie mobile ont été largement diffusés, et certains d'entre eux, contrôlés par des mesures restrictives

dans certains états. En dépit des risques inhérents à l'usage du téléphone mains-libres, celui-ci demeure en revanche toléré et toujours aussi répandu. En premier lieu, plusieurs études confirment ses répercussions sur l'exploration visuelle de l'environnement routier, se manifestant par une baisse significative de l'attention allouée à la perception consciente des éléments contenus dans l'environnement de conduite (Harbluk, Noy & Eizenman, 2002), une diminution du balayage visuel des espaces périphériques, des rétroviseurs et du tableau de bord (Harbluk, Noy et Eizenman, 2002; Harbluk, Noy, Trbovich & Eizenman, 2007; Recarte & Nunes, 2003; Victor, Harbluk, & Engstrom, 2005). Ces effets se traduisent par une augmentation significative des temps de détection des éléments périphériques (Lansdown, 2002; Underwood, Chapman, Berger et Crundall, 2003 ; Olsson & Burns, 2000), et des temps de réaction généraux, comme les temps de freinage par exemple (Harbluk et al, 2007, McPhee, Scialfa, Dennis, Ho & Caird, 2004; Patten, Kircher, Ostlund, Nilsson, & Svenson, 2006; Strayer & Drews, 2004). Comme le démontre une étude attestant d'une augmentation de 18% des cas de freinages brusques en situation de distraction téléphonique (Harbluk et al, 2007), les risques de collision sont majorés. Tandis que certains de ces travaux reposent sur la technique de l'oculomètre, d'autres privilégient le paradigme de détection périphérique (PDT), l'une des méthodes les plus sensibles aux variations de la charge cognitive, ce en particulier dans les situations de grande complexité visuelle telles que la conduite automobile (Patten, et al., 2006; Harms & Patten, 2003; Olsson & Burns, 2000). Également très facile à intégrer aux expérimentations sur simulateur de conduite, cette mesure a l'avantage d'être continue, ce qui n'est pas le cas des autres techniques, comme celle des temps de réaction des freinages, avec laquelle on doit interrompre systématiquement la situation de conduite, et risquer de susciter des comportements

d'anticipation moins naturels (Patten et al., 2006). La technique de détection périphérique a entre autres permis de démontrer le rôle de certaines variables individuelles sur les charges cognitives des conducteurs, tel que le rôle du manque d'expérience (Patten et al., 2006) et de l'avance en âge (Cantin, Lavallière, Simoneau et Teasdale, 2009), et de quantifier la variation de la charge mentale en fonction du niveau de complexité et du type de situations de conduite (Cantin et al., 2009; Harms & Patten, 2003; Nunes & Recartes, 2002; Olsson & Burns, 2000; Recartes & Nunes, 2002; Recartes & Nunes, 2003). Cette méthode s'avère d'autant plus pertinente qu'elle permet d'apprécier l'habileté à détecter rapidement les événements routiers, les erreurs à ce niveau étant, rappelons-le, les plus fréquemment associées aux distractions et aux collisions en général selon Rumar (1990).

La situation de distraction au volant est vraisemblablement encore plus coûteuse pour les conducteurs âgés. Selon certains travaux, ces conducteurs présentent en effet une grande sensibilité à la distraction téléphonique mains-libres, de sorte que par rapport aux jeunes conducteurs, la distraction produit chez les seniors une diminution accrue de leur vitesse de conduite par rapport à la situation de base (Horberry, Anderson, Regan, Triggs & Brown, 2006; Strayer & Drews, 2004), une augmentation nette de leur temps de freinage en réaction à un obstacle (Hancock, Lesch & Simmons, 2003), une baisse de rapidité et de précision dans la recherche visuelle de cibles (McPhee, Scialfa, Dennis, Ho & Caird, 2004), ainsi qu'une augmentation plus marquée de leur charge mentale, telle que mesurée par une tâche PDT (Cantin et al., 2009). L'idée selon laquelle les effets de distraction téléphonique augmentent forcément avec l'âge ne fait toutefois pas consensus. L'étude de Strayer et collaborateurs (2004) ne confirme par exemple pas l'existence

d'une interaction entre l'effet de cette distraction sur les temps de freinage et l'âge des conducteurs. Qui plus est, la majorité des effets rapportés à ce sujet, sont obtenus sur la base de comparaisons entre catégories d'âge très distinctes. Ainsi, et comme nous l'auront fait remarquer les précédentes sections, le déclin cognitif normal étant influencé par de nombreux facteurs, l'âge à lui seul ne parvient pas toujours à rendre compte des différences individuelles en terme de performances.

Il nous semble donc impossible de conclure pour le moment si certains conducteurs d'âge avancé sont plus sensibles à la distraction que d'autres. De toute évidence, l'implication des médiateurs cognitifs des effets d'âge paraît dans ce cas très intéressante à explorer. La revue de la littérature pertinente ainsi que le cadre de recherche ayant été posés, la prochaine section permettra de présenter les objectifs et les hypothèses de recherche.

Objectifs et Hypothèses

Le principal objectif de cette thèse est de contribuer à l'avancement des connaissances scientifiques relatives au rôle du déclin des capacités attentionnelles accompagnant le vieillissement normal sur la conduite automobile sécuritaire des aînés. Considérant que la sécurité des aînés repose autant sur l'état de leurs habiletés de conduite que sur leur capacité à adapter leur style en fonction de leurs difficultés, le présent travail vise à étudier les liens existant entre les capacités attentionnelles individuelles, les habiletés de conduite et la propension à faire usage de stratégies de conduite autorégulatrices chez les conducteurs âgés. Ainsi, le premier but est d'étudier chez les conducteurs vieillissants les liens entre l'état des fonctions attentionnelles et certaines habiletés de conduite fortement associées au risque de collision, tel que définis respectivement, par des mesures neuropsychologiques pertinentes de l'attention et de la mémoire de travail, et l'habileté spécifique de détection périphérique mesurée au cours d'une tâche de simulation de conduite. L'hypothèse avancée est que les scores obtenus aux épreuves neuropsychologiques sont négativement liés aux temps de détection périphérique. Un objectif secondaire est de vérifier si la force de ce lien varie selon le niveau de difficulté propre à la situation de conduite, respectivement, en situation de conduite simple sur autoroute et dans une autre où le conducteur est soumis à une tâche de distraction téléphonique de type « mains-libres ». L'hypothèse est que le lien est plus fort en situation de conduite complexe. Un second objectif secondaire est d'évaluer la contribution relative des facteurs cognitifs dans la prédiction des habiletés de détection périphérique par rapport à l'âge. L'hypothèse posée suggère que la contribution du facteur de l'âge est minime voire nulle et que celle des facteurs cognitifs est modérée. Le

troisième objectif est de préciser la relation existant entre les mesures neuropsychologiques sélectionnées et la conduite automobile sécuritaire, en mettant l'accent sur une habileté de conduite spécifique plutôt que sur les taux de collision comme il l'a été fait dans la majorité des études antérieures.

Enfin, le dernier objectif secondaire est d'appuyer le travail des cliniciens en tentant de confirmer expérimentalement la validité écologique de certains tests cognitifs courants dans la prédiction des habiletés de conduite automobile sécuritaire.

Le deuxième objectif est d'étudier chez les conducteurs âgés, l'influence du déclin cognitif attentionnel sur la fréquence d'utilisation de stratégies de conduite autorégulatrices, tels que définies par des mesures neuropsychologiques et des mesures auto-rapportées des stratégies d'évitement des situations de conduite plus risquées ou exigeantes cognitivement. L'hypothèse avancée est que les scores cognitifs sont négativement associés aux tendances d'évitement. Un second objectif secondaire est conséquemment d'établir le niveau d'adéquation entre les faiblesses cognitives et les tendances autorégulatrices, de manière à évaluer le potentiel adaptatif des conducteurs âgés. Un objectif secondaire exploratoire est de vérifier la contribution respective d'autres facteurs sociodémographiques, soit l'âge, le genre, le niveau de santé, et des facteurs reliés à la conduite, soit l'expérience de conduite, des mesures autorapportées d'habiletés de conduite générales, de difficultés de conduite en situations complexes ou risquées et de valence affective associée à ces dites situations.

Article 1: «Sensibilité des tests cognitifs dans la prédiction de la vitesse de détection périphérique sur simulateur de conduite chez les conducteurs âgés»

Titre : « Sensibilité des tests cognitifs dans la prédiction de la vitesse de détection périphérique sur simulateur de conduite chez les conducteurs âgés »

Mylène Hazel, M.Ps.

Jacques Bergeron, Ph.D.

Résumé

Avec le vieillissement de la population, les conducteurs âgés représentent une part croissante des usagers du réseau routier. Dans la visée de perfectionner les méthodes de dépistage des habiletés de conduite automobile sécuritaire, la présente étude évalue la validité prédictive de sept tests des fonctions visuo-attentionnelles et de la mémoire de travail en regard des temps de détection périphérique chez 50 conducteurs âgés de 62 à 83 ans. L'étude sur simulateur de conduite comprenait une condition de conduite simple et une condition plus soutenue incluant une distraction téléphonique de type « mains-libres ». Selon les résultats, certains tests cognitifs prédisent bien les performances de détection, ce qui n'est pas le cas de l'âge. En outre, la validité prédictive des tests est plus importante dans la situation de conduite plus exigeante sur le plan cognitif. L'épreuve des Blocs de Corsi, évaluant la mémoire de travail visuospatiale, se révèle comme le meilleur prédicteur neuropsychologique, surclassant même le test UFOV™ lequel est souvent reconnu comme le meilleur indicateur cognitif de l'aptitude à conduire. Cette constatation se justifie bien en vertu des théories du vieillissement suggérant un rôle accru de la mémoire de travail dans la médiation des effets d'âge dans les tâches cognitives.

Mots-clés : conducteurs âgés, tests cognitifs, attention, prédicteurs, détection, distraction

Abstract

Being both at high risk of fatal crash injury and the fastest growing segment of car drivers, older drivers have become a subject of interest in driving safety research. To improve fitness to drive screening techniques, this simulated car driving study evaluates and compares the predictive value of seven neuropsychological measures and contribution of age in regard to peripheral detection speed in 50 healthy and elderly drivers. Results demonstrated that some neuropsychological predictors did in deed predict detection speed, in particular, during the most challenging condition in which the drivers were distracted by a hands-free cell phone task. The best neuropsychological predictor was represented by a measure of working memory, which outperforms UFOV™ known as one of the best screening measures of fitness to drive in elderly. On the other hand, detection performances were not predicted by drivers' age. The results indicate the relevance of a neuropsychological approach in the field of elderly driving ability screening.

Key-words: older drivers, cognitive tests, attention skills, predictors, detection task, distraction

Introduction

Se conjuguant avec le phénomène du vieillissement de la population, le pourcentage de personnes âgées détentrices du permis de conduire ne cesse d'augmenter. La recherche visant à développer ou identifier les meilleurs outils de prédiction des habiletés de conduite automobile sécuritaire chez les aînés est ainsi devenue un axe prioritaire de la recherche en sécurité routière (Lyman, Ferguson, Braver, & Williams, 2002). Dans ce contexte, le perfectionnement des connaissances sur les facteurs du déclin des habiletés de conduite liés au vieillissement vise non seulement à améliorer les méthodes d'évaluation du risque routier s'adressant aux conducteurs âgés, mais à identifier des cibles d'intervention spécifiques pour les programmes d'entraînement offerts aux conducteurs à risque. La recherche effectuée auprès d'individus atteints d'affections neurologiques franches, telles que la démence, l'accident vasculaire cérébral ou le traumatisme crânio-cérébral, montre à ce propos que les performances de conduite et le risque routier sont proportionnels au degré des atteintes des fonctions visuo-attentionnelles, telles que mesuré par des tests neuropsychologiques. Alors que l'on peut affirmer plus aisément que certains tests neuropsychologiques sont des prédicteurs du risque routier chez les patients, cette proposition, s'agissant de la population des conducteurs âgés de la population générale, est moins sûre, car beaucoup moins d'auteurs se sont intéressés à la question. Bien que certains auteurs avancent que les tests des fonctions visuo-attentionnelles également ont une bonne valeur prédictive des performances routières chez les conducteurs âgés (Ball et al., 1993; Richardson & Marottoli, 2003), il importe de dire que les études, dans l'ensemble, ont donné lieu à des résultats très variables. En vertu de l'approche globale du vieillissement cognitif qui

suggère un rôle accru des atteintes des fonctions attentionnelles dans la médiation des effets d'âge, l'hypothèse de leur implication dans la conduite automobile sécuritaire chez les aînés s'avère ceci dit, tout à fait justifiée. Cette approche du vieillissement cognitif propose que la majorité des différences d'âge observées dans les tâches cognitives repose sur un faible nombre de facteurs généraux étroitement liés entre eux. Les théoriciens suggèrent entre autres l'implication particulière des ressources générales de traitement (Chicherio, 2006), notamment des ressources attentionnelles et de la capacité de la mémoire de travail (MacDonald, Just, & Carpenter, 1992), la vitesse de traitement (Lindenberger, Mayr, & Kliegl, 1993; Salthouse, 1996) et de certains processus exécutifs de la mémoire de travail comme l'inhibition (Hasher, Stoltzfus, Zacks, & Rypma, 1991), et la coordination (Fisk & Sharp, 2004; Miyake et al., 2000).

Si l'on se ramène conducteurs âgés de la population générale, quelques rares études sont parvenues à établir le lien entre ces fonctions cognitives et leurs performances routières. À l'aide d'une tâche de conduite sur route, des auteurs démontrent par exemple, que les scores obtenus au Trail Making Test-partie B (TMT B) et à un test de barrage de chiffres, deux épreuves évaluant l'attention sélective visuelle, l'inhibition et la flexibilité mentale sont significativement associés aux habiletés d'exploration visuelle de la route, aux habiletés à effectuer les virages à gauche, les changements de voie, et en particulier la qualité des comportements d'interaction avec les autres usagers de la route (Richardson & Marottoli, 2003). Selon d'autres travaux, le score obtenu au Trail Making Test-partie A (TMT A), une mesure de la vitesse psychomotrice et de l'attention sélective, partage une part de variance commune avec le résultat (réussite/échec) d'une évaluation standardisée sur route (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001) ainsi qu'avec le score

total émis par l'évaluateur (Odenheimer et al., 1994). Grâce à une expérimentation utilisant la vidéo, la teneur des comportements sécuritaires des aînés aux intersections est également mise en relation avec les scores obtenus à une tâche de calcul mental, une mesure de la mémoire de travail (Guerrier, Maniavann, & Nair, 1999). En outre, le test UFOVTM, considéré actuellement comme le meilleur prédicteur cognitif des habiletés de conduite (Clay, Wadley, Edwards, Roth, Roenker, & Ball, 2005), montre de fortes corrélations avec le résultat d'une évaluation sur route (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001). De même, Rogé et collaborateurs (2005) parviennent à démontrer que les difficultés à éviter les obstacles inattendus au cours d'une simulation de conduite et la vitesse de conduite varient également avec la performance obtenue à leur mesure du champ visuel utile. Il importe de mentionner cependant, que certains travaux ne parviennent pas à établir de relations d'association entre les tests cognitifs et les habiletés de conduite chez les aînés. Dawson et collaborateurs (2010) ne démontrent par exemple aucun lien significatif entre les scores obtenus au TMT A et B et les erreurs de conduite sur route.

Dans leur ensemble, ces derniers exemples tendent à confirmer la contribution des mesures psychométriques des fonctions attentionnelles dans la prédiction des habiletés de conduite automobile sécuritaire chez les aînés. À notre connaissance, aucune étude n'a encore tenté cependant, d'évaluer la sensibilité des tests neuropsychologiques dans la prédiction de la vitesse de détection périphérique, laquelle est pourtant fortement associée au risque de collision. Selon plusieurs chercheurs, les erreurs liées à la détection tardive ou aux omissions (Bordeleau, 2007; Harbluk, Noy, Trbovich, & Eizenman, 2007 ; Strayer, Drews, & Johnston, 2003 ; Rumar, 1990), comptent en effet parmi les causes les

plus fréquemment retrouvées dans les rapports de collisions impliquant les aînés (20 % des cas). En partie liées aux attentes des conducteurs, les habiletés de détection déclinent avec l'âge (Bolstad, 2001) et plus généralement, dans les conditions de conduite complexe lorsque les demandes cognitives sont élevées (Olsson & Burns, 2000).

Les problèmes de détection périphérique ont surtout été étudiés en conditions de distraction téléphonique, grâce à un paradigme combinant habituellement une tâche de détection périphérique (PDT) à une ou plusieurs tâches de conduite, de manière à pouvoir comparer les temps de détection entre conditions de conduite (Olsson & Burns, 2000). Certains auteurs mettent ainsi en évidence que la vitesse de détection chez les conducteurs âgés décline de manière plus marquée par rapport aux jeunes conducteurs en présence d'une distraction téléphonique (McPhee, Scialfa, Dennis, Ho, & Caird, 2004; Hancock, Lesch, & Simmons, 2003). Compte tenu de l'hétérogénéité caractéristique de la population des aînés, on peut s'attendre à ce que cette distractibilité puisse cependant varier considérablement d'un individu à l'autre. À ce propos, aucune étude n'a encore évalué la sensibilité des prédictors neuropsychologiques ni celle de l'âge, à titre de variable intra-catégorielle et continue, dans la prédiction des différences individuelles relativement aux effets de distraction chez les conducteurs âgés. Les effets d'âge obtenus sur les variables de conduite proviennent surtout d'analyses intergroupes effectuées à partir de catégories extrêmes. Il est donc pertinent de se demander si une approche différentielle permettrait de les retrouver par des analyses intragroupes.

La présente étude vise par conséquent à évaluer la valeur prédictive de certains tests cognitifs des fonctions visuo-attentionnelles et de la mémoire de travail pour la vitesse de détection périphérique chez des conducteurs âgés issus de la population générale. L'intégration de différentes conditions expérimentales vise d'autre part à déterminer si la sensibilité des prédicteurs cognitifs varie en fonction de la difficulté de la tâche, laquelle sera augmentée grâce à l'ajout d'une tâche de distraction téléphonique. Cette condition expérimentale vise en outre à mesurer la valeur prédictive du rendement neuropsychologique dans l'explication des différences individuelles en termes de sensibilité aux effets de distraction téléphonique. Dans la mesure où l'âge est souvent traité comme une variable catégorielle, un second objectif est d'évaluer sa valeur prédictive à titre de variable continue. Conformément à l'hypothèse de Bieliauskas (2005), les liens de prédiction entre les tests cognitifs et les temps de détection devraient être supérieurs en condition de distraction, à cause d'une sollicitation accrue des fonctions cognitives et la suppression des effets plancher. D'autre part, l'âge des conducteurs ne devrait pas permettre de rendre compte des différences individuelles.

Méthode

Participants

Cinquante (27 hommes, 23 femmes) conducteurs âgés de 62 à 83 ans ($M = 70.06$, $SD = 5.24$) sont recrutés pour cette étude par l'intermédiaire d'annonces publiées dans des revues s'adressant aux seniors ($n=30$) ou sollicités aléatoirement dans des aires commerciales ($n=20$). Selon les critères d'inclusion généraux, tous les participants possèdent un véhicule, sont droitiers, et indiquent être exempts de handicap moteur, de troubles de la vision non corrigés, ou d'affections psychiatriques/neurologiques. Les

participants doivent également détenir un minimum de 20 ans d'expérience de conduite ($M = 47.23$, $SD = 9.39$) ainsi qu'une exposition de conduite minimale de 2 jours/semaine ($M = 5.11$, $SD = 1.58$), de manière à constituer un échantillon de conducteurs expérimentés et prenant le volant de façon régulière. Ils doivent également pouvoir se rendre au laboratoire de manière autonome. Le tableau 1 résume les statistiques descriptives relatives à l'échantillon : l'âge, le genre, le niveau de santé sur une échelle de 1 à 4 (1=mauvais, 2=moyen, 3=bon, 4=excellent), le niveau d'éducation, l'expérience de conduite en nombre d'années, l'exposition annuelle (1= < 5000 km/an, 2= 5000-10000 km/an, 3= 10000-20000 km/an, 4= 20000-40000 km/an, 5= > 40000 km/an) et le nombre collisions sur les trois dernières années. D'après les informations auto-rapportées sur une échelle à quatre niveaux (1= mauvais, 2= moyen, 3= bon, 4= excellent) ($M = 3.3$, $SD = 0.6$), les individus recrutés ont au moins un état de santé moyen sinon bon ou excellent.

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillon

	Hommes		Femmes		Échantillon total	
	Moyenne	<i>SD</i>	Moyenne	<i>SD</i>	Moyenne	<i>SD</i>
Âge	69.8	5.1	70.4	5.5	70.1	5.2
Éducation (ans)	15.2	5.0	13.9	5.3	14.6	5.1
État de santé (1-4)	3.2	0.7	3.4	0.6	3.3	0.6
Expérience de conduite (ans)	48.6	6.3	45.7	11.9	47.2	9.4
Exposition annuelle (1-5)	2.52	1.12	2.22	1.16	2.37	1.14
Nombre de collisions en 3 ans	0.1	0.3	0.1	0.6	0.1	0.5

Matériel

Tests cognitifs

Useful Field of View (UFOV™). (Ball et al., 1993). Le logiciel UFOV (UFOV™ est une marque déposée de Visual Awareness, Inc.) est un test informatisé d'une durée de 15 minutes spécifiquement conçu pour la prédiction du nombre de collisions (Ball et al., 2006; Owsley et al., 1998) et des habiletés de conduite sur route (Whelihana, DiCarlo, & Paul, 2005). De manière générale, le logiciel mesure la vitesse de traitement de l'information visuelle sous des conditions de présentation allant en se complexifiant. La tâche consiste pour le participant à détecter, identifier, et localiser des cibles présentées très brièvement à l'écran. Dans le premier sous-test, les cibles à identifier (voiture ou camion) sont présentées une à une au milieu de l'écran dans une boîte de fixation et selon des durées de présentation variables. Dans le second, l'examiné doit non seulement identifier la cible, mais doit aussi indiquer la localisation d'une deuxième cible simultanément présentée dans l'espace périphérique. Le troisième sous-test est similaire au précédent, sauf que la cible périphérique est de plus faible saillance et présentée au sein de distracteurs. La variable indépendante retenue est le résultat global indiqué par le niveau de risque de collision allant de 1 à 5 (1= très faible, 2= faible, 3= faible à modéré, 4= modéré à élevé, 5= élevé), validé à partir d'études empiriques (Ball et al., 2006; Owsley et al., 1998).

Blocs de Corsi (Corsi, 1972; Wechsler, 2001). Intégrée à l'Échelle Clinique de Mémoire de Wechsler (MEM-III), cette épreuve est l'une des plus couramment utilisées dans l'évaluation des capacités non-verbales et de la mémoire de travail visuospatiale, ce, aussi bien dans le domaine de la neuropsychologie clinique qu'expérimentale. Elle

permet d'évaluer en deux temps, la capacité d'empan (empan direct) et de traitement (empan indirect) de la mémoire de travail visuospatiale. L'expérimentateur dispose d'une planche où sont fixés neuf blocs identiques. Après avoir indiqué du doigt une première séquence de deux blocs, l'expérimentateur demande au participant de la reproduire de mémoire. Lorsqu'au moins un des deux essais de l'item est reproduit dans l'ordre exact et sans omission, un nouvel item rallongé d'un bloc (3 blocs) et comprenant deux essais, est alors administré. L'épreuve se poursuit ainsi, de manière à former des séries de plus en plus longues et se voit discontinuée lorsque les deux essais d'un même item sont échoués. Dans la deuxième partie, les principes sont les mêmes, mais le participant doit reproduire des séries de blocs dans l'ordre inverse. Deux variables indépendantes sont choisies pour les analyses, soit le nombre total d'essais réussis dans l'ordre droit, et le nombre total d'essais réussis dans l'ordre inverse.

Stroop Color Word Test, version 4 couleurs (SCWT). Cette version de quatre planches a été proposée par Bohnen et coll. (1992). Les sujets qui présentent un ralentissement ou des hésitations lors de ce test présentent souvent des problèmes de concentration au quotidien, incluant notamment une difficulté à résister aux distractions (Lezak, Howieson & Loring, 2004). Selon les différents auteurs, ce test doit permettre de détecter les faiblesses des mécanismes exécutifs inhibiteurs, celles de l'attention sélective ou de flexibilité mentale. La tâche initiale présente quatre conditions, dont deux incluent des réponses automatisées, et deux autres, des processus contrôlés. Pour l'étude, seules les deux dernières conditions (Flexibilité et Interférence) sont analysées, se composant chacune d'une présentation de cent stimuli disposés en rangées, en l'occurrence, des noms de couleurs imprimés dans quatre couleurs d'encre différentes

(ROUGE, JAUNE, BLEU, VERT). Dans la condition « interférence », le participant doit nommer le plus rapidement et correctement possible, la couleur de l'encre de chaque mot, tout en inhibant la réponse automatique de lecture. Dans la condition « flexibilité », ce dernier doit à nouveau effectuer ce procédé, à l'exception de 20 stimuli ayant la particularité d'être encadrés, et qui doivent être lus. La variable indépendante choisie pour les analyses est la somme des temps de réponses obtenus dans ces deux conditions.

Trail Making Test (Reitan, 1958). Le Trail Making Test (TMT), est un autre test neuropsychologique très répandu. De type papier-crayon et issu de la Halstead-Reitan-Battery, celui-ci comprend deux parties (A et B) permettant d'apprécier la vitesse de recherche visuelle, l'attention sélective, pour la première, en plus de la flexibilité mentale pour la seconde. Dans la partie A, l'examiné doit connecter par des traits des chiffres présentés de manière désorganisée (1 à 25) le plus rapidement possible et dans l'ordre croissant. La partie B requiert quant à elle, de connecter des chiffres et des lettres (A à L) entre elles, de manière à respecter le principe d'alternance chiffre-lettre (1-A-2-B..). Dans les deux parties, on signale les erreurs sans arrêter le chronomètre et on cote l'épreuve d'après le temps de réponse pour chacune des parties. Ces deux scores sont retenus pour les analyses à titre de variables indépendantes.

Copie de symboles (Wechsler, 1997). Conçue spécifiquement pour l'étude, afin d'obtenir une mesure des habiletés en double-tâche, il s'agit d'une adaptation de l'épreuve Copie de symboles (WAIS-III). Cette épreuve papier-crayon exige la retranscription d'un maximum de petits dessins abstraits dans des cases prévues à cet effet, tout en comptant à voix haute par bond de trois le plus exactement possible. Le

score total utilisé à titre de variable indépendante est la somme des symboles correctement recopiés et de nombres correctement décomptés en 90 secondes.

Code (Wechsler, 1997). Inclus à la batterie d'évaluation de l'efficacité intellectuelle de Weschler (WAIS-III), ce test papier-crayon donne une estimation de la vitesse de traitement, des capacités d'attention et de la coordination visuo-motrice. À partir d'un code d'appariement, cette épreuve exige de reproduire un maximum de petits dessins abstraits en deux minutes. La variable indépendante sélectionnée est le nombre total de dessins reproduits.

d2 Test of attention (Brickenkamp & Zillmer, 1998). Ce test d'attention sélective visuelle est une épreuve de barrage de cibles présentées linéairement parmi des distracteurs similaires. Le d2 comprend 14 lignes, qui contiennent chacune 47 stimuli. Le sujet doit ainsi barrer le plus de cibles possibles sans faire d'erreur et dans un temps limité à 20 secondes par ligne. Le score TN-E, soit le nombre d'éléments traités auquel on a retiré le nombre d'erreurs, est choisi comme variable dépendante pour sa prise en compte de la vitesse de traitement, des processus sélectifs et inhibiteurs.

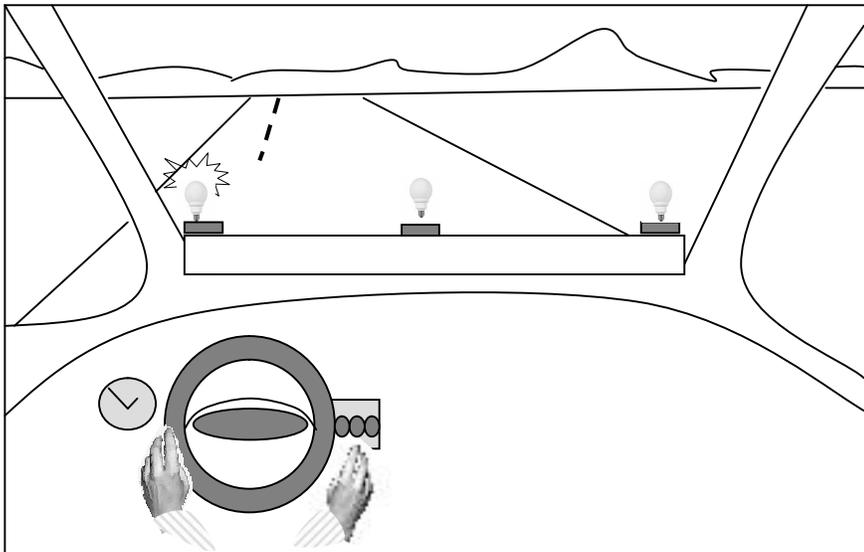
Le simulateur de conduite. L'habitacle du simulateur est constitué d'une Honda Civic complète. Il est stationné dans un local à luminosité contrôlée et fait face à un écran de projection géant mesurant 3 mètres par 4 mètres et permettant une vision de 70 degrés.

La tâche de conduite. Conformément aux suggestions de Classen et collaborateurs (2011) visant à prévenir le mal du simulateur, l'environnement de simulation est d'une

grande simplicité. Sans être trop chargée, la scène comporte une route rectiligne à deux voies ainsi que quelques éléments de nature (arbres, montagnes) et bâtiments. Le flux visuel est conçu pour être constant, de manière à maintenir la quantité d'information entrante. Pour éviter que la demande cognitive ne varie en fonction de l'évolution du trafic, les interactions avec les autres voitures sont contrôlées. Les conducteurs se trouvent en effet à succéder à deux autres voitures qui se trouvent près de la ligne d'horizon. En ce sens également, aucune voiture ne circule en sens inverse. Pour un maximum de validité écologique, le simulateur, quoique statique, émet des sons de moteur parfaitement synchronisés aux accélérations et décélérations du conducteur. Les participants reçoivent d'abord la consigne générale d'allouer leur priorité à la conduite du simulateur en tout temps, ce qui veut dire de respecter la limitation de vitesse (100 km/h) et le code usuel de la route, et d'éviter les collisions ou les sorties de route. Le scénario d'autoroute étant très simple et rectiligne, la tâche de conduite est ainsi réduite à sa plus simple expression. Pour ce faire, les participants actionnent eux-mêmes les principales fonctionnalités de la voiture (freins, accélérateur, volant, etc.). Aussi, pour augmenter la validité écologique de l'expérience sur le simulateur et susciter une certaine motivation chez les conducteurs, ces derniers sont invités à s'imaginer qu'ils se rendent chez un membre de leur famille à 30 km de Montréal un dimanche après-midi. Cette simulation demeure équivalente dans les deux conditions expérimentales. À cette tâche de conduite, se superpose la tâche de détection périphérique dans les deux conditions expérimentales, et dans la condition de distraction, s'ajoute aussi une tâche verbale. Aux fins d'analyses descriptives, la vitesse de conduite et le nombre de collisions et de sorties de route sont collectés.

La tâche de distraction verbale. La tâche de distraction verbale est conçue pour offrir une passation standardisée et pour susciter une charge cognitive assez élevée. Celle-ci consiste pour le sujet à donner une définition aux mots de vocabulaire énoncés par l'expérimentateur par une phrase complète. Situé dans une pièce attenante, ce dernier, propose ainsi une sélection de mots simples et de grande familiarité (« jardin », « ordinateur », etc.), de façon à minimiser l'influence du niveau d'éducation des participants. Les conducteurs reçoivent la consigne de continuer à prioriser la tâche de conduite et d'allouer leur deuxième priorité à la tâche verbale. Il leur est clairement spécifié que leur exécution de la tâche de détection dépendrait de leurs réserves résiduelles.

Schéma 1. Paradigme expérimental sur simulateur de conduite



Mesure des temps de détection et des effets de distraction. Le paradigme subsidiaire choisi pour évaluer la vitesse de détection et les effets de distraction est le paradigme de *Peripheral Detection Task (PDT)*, grâce à un dispositif de trois diodes lumineuses (une à

gauche, au centre et à droite) se situant à environ 60 cm du capot de l'habitacle. Les diodes sont programmées pour s'allumer à une position et une fréquence aléatoire tout au long de la simulation, allant de une à 10 secondes d'intervalle. Les paramètres de présentation sont ceci dit, les mêmes pour chaque participant. Le conducteur, tout en allouant sa priorité à la conduite automobile sécuritaire, et à la tâche téléphonique le cas échéant, doit détecter leur apparition le plus rapidement possible en appuyant sur l'un des trois boutons situés à environ 10 cm à sa droite en fonction de leur localisation (voir schéma 1). On obtient ainsi pour chaque individu, son temps de détection moyen en situation de condition de conduite simple et avec distraction verbale, ainsi que son effet de distraction moyen exprimé en pourcentage (pourcentage d'augmentation des temps de détection par rapport à la condition simple). Comme il est clairement indiqué au conducteur d'allouer sa priorité aux deux autres tâches, les temps obtenus peuvent être considérés comme des indicateurs des ressources résiduelles du conducteur, et de sa faculté à répondre rapidement à des événements périphériques selon deux types de situation de conduite et deux niveaux de demandes cognitives.

Procédure. La durée totale de l'évaluation est de 2h. À leur arrivée au laboratoire, les participants rencontrés individuellement sont d'abord informés des politiques en matière d'éthique puis, leur consentement écrit est obtenu. L'expérimentation débute par une première période de familiarisation avec le laboratoire d'environ 10 minutes au cours de laquelle le participant, tout en effectuant la visite de la salle de contrôle et la salle de simulation, est informé du déroulement de l'expérimentation sur simulateur. Ensuite, le participant bénéficie d'une période de familiarisation avec le simulateur de conduite d'environ 10 minutes, qui lui permet de prendre place dans l'habitacle, d'ajuster son

siège et de recevoir les explications à propos des commandes du véhicule. L'expérimentateur informe le participant sur les symptômes du mal du simulateur, et lui indique qu'il interrompra la simulation si les symptômes se présentent. L'expérimentation sur simulateur se déroule ensuite en trois temps : une phase d'entraînement de 10 minutes, une condition de conduite simple ainsi qu'une condition de conduite incluant la tâche de distraction verbale. Toutes les trois exigent d'exécuter en simultanément, la tâche de détection périphérique à titre de dernière priorité. Les conditions de conduite et les tâches demandées propres à la phase de familiarisation sont identiques à celles de la condition expérimentale de conduite simple. Comme l'ordre des deux conditions expérimentales est contrebalancé afin de contrôler les effets d'apprentissage, le participant peut ensuite débiter selon le cas, à la condition avec ou sans distraction. Entre chacune, l'expérimentateur revient dans la salle de simulation pour expliquer les nouvelles consignes. Ensuite, ces derniers terminent la séance en complétant le questionnaire de renseignements généraux et les tests neuropsychologiques. Les participants reçoivent enfin une compensation financière de 20,00\$.

Analyses statistiques

Lors de la phase de préparation des données, deux participants sont écartés des analyses, pour cause de vitesses extrêmes pour l'un, et de données manquantes pour l'autre. La normalité des variables est vérifiée, celles-ci étant transformées si nécessaire. Des statistiques descriptives sont d'abord menées afin d'identifier les variables à contrôler lors des analyses successives. Ensuite, les relations d'association entre l'âge et les temps de détection sur simulateur sont testées à l'aide d'analyses de corrélations partielles.

L'échantillon est ensuite scindé en deux groupes d'âge à partir de la médiane (62 à 69 ans vs 70 à 83 ans) et des analyses de variance supplémentaires sont effectuées afin de vérifier d'une manière plus classique, l'existence d'effets d'âge sur les temps de détection. De même, des corrélations partielles sont utilisées afin d'évaluer l'association entre les scores obtenus aux épreuves neuropsychologiques et les temps de réponse à la tâche de détection périphérique. Enfin, des analyses de régression linéaire sont menées afin d'identifier les meilleurs prédicteurs des temps de détection.

Résultats

Statistiques descriptives

Notons tout d'abord que les conducteurs réagissent relativement bien à la tâche de conduite, ceux-ci ne rapportant aucun malaise assimilable au mal du simulateur (Classen et al., 2011). D'ailleurs, on n'observe aucune collision ni sortie de route durant la phase expérimentale (voir tableau 2). Les analyses de variance à mesures répétées portant sur les vitesses de conduite ne montrent aucun effet significatif de la condition de conduite, $F(1,49) = .47, n.s.$ En d'autres termes, les vitesses moyennes mesurées en condition simple ($M=76.5, SD=13.6$) et en condition de distraction ($M=78.7, SD=18.0$) ne diffèrent pas significativement entre elle. Les vitesses moyennes de conduite ne varient pas non plus en fonction du genre ni dans la première condition [$F(1,44) = 1.36, n.s.$] ni dans la condition de distraction [$F(1,44) = 2.81, n.s.$]. L'effet du groupe d'âge sur la vitesse n'est pas significatif ni dans la première [$F(1,44) = .24, n.s.$] ni dans la seconde condition avec distraction [$F(1,44) = .16, n.s.$]. Les vitesses de conduite ne corrélaient pas non plus avec les temps de détection enregistrés sur simulateur ni en condition simple ($r = .05, n.s.$), ni en condition de distraction ($r = .04, n.s.$), ni avec l'exposition annuelle de

conduite ($r = .18$, *n.s.*). Elles semblent en revanche bien inférieures aux limitations permises. Les autres analyses de corrélation montrent d'autre part une association entre la vitesse moyenne de conduite en condition de conduite simple et le score obtenu au test d2 ($r = -.30$, $p < .05$).

Tableau 2. Statistiques descriptives des mesures enregistrées sur simulateur

	Hommes		Femmes		Échantillon total	
	Moyenne	SD	Moyenne	SD	Moyenne	SD
Temps de détection Condition simple (ms)	904.7	272.6	902.2	269.4	903.5	268.2
Vitesse moyenne (km/h)	79.1	15.7	73.7	10.5	76.5	13.6
Nombre de collisions	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Temps de détection Condition distraction (ms)	1646.0	594.3	1369.2	532.1	1513.3	576.6
Vitesse moyenne (km/h)	83.1	20.3	73.9	14.0	78.7	18.0
Nombre de collisions	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Effet de distraction (%)	83.2	50.5	51.5	38.0	68.0	47.3

Les scores moyens (voir tableau 3) obtenus aux tests neuropsychologiques sont dans les normes pour l'âge. Des analyses préalables sont effectuées afin d'identifier les variables individuelles (âge, genre, niveau de scolarité, niveau de santé, expérience de conduite, exposition de conduite annuelle) susceptibles d'influencer les mesures de temps de détection et les variables prédictives. Les résultats d'analyses d'intérêt montrent d'abord que le pourcentage d'augmentation des temps de détection corrèle avec l'exposition annuelle ($r = -.33$, $p < .05$) et diffèrent selon le genre, $F(1,46) = 6.14$, $p < .05$, $R^2 = .12$. L'augmentation des temps de détection en condition de distraction par rapport à la condition de base s'avère ainsi inférieure chez les conducteurs qui rapportent un kilométrage annuel supérieur, et ce taux s'avère également plus faible chez les femmes ($M=51.5$, $SD=38.0$) comparativement aux hommes ($M=83.2$, $SD=50.5$). On ne retrouve

par ailleurs aucun effet significatif du genre s'agissant des vitesses de détection dans la condition simple [$F(1,46)= .00, n.s.$] ou avec distraction [$F(1,46)= 2.60, n.s.$] recueillies séparément ou, d'autres variables, comme l'âge [$F(1,44)=.49, n.s.$] ou l'exposition annuelle [$F(1,44)= .85, n.s.$] ou les tests cognitifs.

Table 3. Corrélations entre les tests neuropsychologiques et les temps de détection

Tests neuropsychologiques	Min	Max	Moyenne	(SD)	<i>r partiel^a avec les temps de détection</i>		
					Condition simple (ms)	Condition distraction (ms)	Augmentation (%)
TMT A (sec)	16	80	35.8	(14.0)	0,13	0.19	0.20
TMT B (sec)	42	156	80.6	(27.7)	0.07	0.02	0.05
UFOV	1	4	1.77	(1.0)	0.24	0.38*	0.33*
Blocs de Corsi Empan endroit	4	12	7.3	(1.6)	-0.29	-0.00	0.27
Blocs de Corsi Empan envers	1	10	6.2	(1.9)	-0.43**	-0.34*	-0.10
Code	34	97	64.8	(13.1)	-0.37*	-0.36*	-0.16
Copie de symboles	47	170	103.1	(24.3)	-0.34*	-0.51**	-0.38*
d2 (TN-E)	187	527	348.8	(77.1)	-0.26	-0.35*	-0.25
Stroop (sec)	190	436	273.3	(60.8)	0.24	0.19	0.01

Notes: * $p < .05$, ** $p < .01$

Les autres analyses de corrélation pertinentes révèlent enfin des associations tendanciellées entre l'âge et le score au TMT A ($r = .28, p = .06$) et au Stroop ($r = .27, p = .06$). Conséquemment, les variables du genre, de l'exposition annuelle, les vitesses moyennes sur simulateur et de l'âge (seulement pour les analyses portant sur les prédicteurs neuropsychologiques) sont introduites à titre de covariables dans l'ensemble des analyses de corrélations partielles ou des analyses de variance portant sur les effets d'âge.

Temps de détection en situation de conduite simple. Selon les analyses de corrélation partielle (voir tableau 3), les temps de détection en situation de conduite simple varient significativement et modérément avec les scores au test Bloc de Corsi–empan indirect ($r = -.43, p < .01$), au Code ($r = -.37, p < .05$) et à la Copie de symboles ($r = -.34, p < .05$). Selon l’analyse de régression, ces trois prédicteurs permettent d’expliquer 20% de la variance des temps de détection, $F(3,47) = 3.55, p < .05, R^2 = .20$. Toutefois, le test Bloc de Corsi-empan indirect est le seul à atteindre le seuil de significativité, et arrive à lui seul, à rendre compte de 15% de la variance de la variable dépendante, $F(1,47) = 8.26, p < .05, R^2 = .15$. Les corrélations entre les temps de détection et l’âge ne sont pas significatives ($r = -.09, n.s.$). Les analyses de covariance ne concluent également à aucun effet d’âge, $F(1,44) = 1.05, n.s.$

Temps de détection en situation de distraction. Selon les analyses de corrélation partielle, les temps de détection en situation de distraction varient significativement et modérément avec les scores aux tests Copie de symboles ($r = -.51, p < .01$), UFOV ($r = .38, p < .01$), Code ($r = -.36, p < .05$), avec le score au test et d2 ($r = -.35, p < .05$) et celui des Blocs de Corsi–empan indirect ($r = -.34, p < .01$). L’analyse de régression indique que ces prédicteurs expliquent ensemble 30 % de la variance de l’augmentation des temps de détection, $F(2,47) = 9.16, p < .01, R^2 = .30$. Cela dit, seul le prédicteur Copie de symboles atteint le seuil de significativité dans ce modèle en permettant à lui seul d’expliquer 25 % de la variance des temps de détection dans cette condition, $F(1,47) = 15.00, p < .01, R^2 = .25$. Les corrélations entre les temps de détection et l’âge ne sont pas significatives ($r = -.12, n.s.$). Les analyses de covariance ne concluent également à aucun effet d’âge, $F(1,44) = .52, n.s.$

Effets de distraction individuels. Selon les analyses de corrélations partielles, le pourcentage d'augmentation des temps de détection dû à la distraction varie significativement et modérément avec les scores aux tests Copie de symboles ($r = -.38, p < .05$) et UFOV ($r = .33, p < .05$). Selon l'analyse de régression les deux prédicteurs permettent d'expliquer 23% de la variance des temps de détection, [$F(2,47) = 6.69, p < .01, R^2 = .23$], sans toutefois parvenir à atteindre indépendamment le seuil de significativité. Comme unique prédicteur, le score au test Copie de symboles explique à lui seul 17 % de la variance du taux d'augmentation des temps de détection, $F(1,47) = 9.48, p < .01, R^2 = .17$. Les corrélations entre le pourcentage d'augmentation des temps de détection et l'âge ne sont pas significatives ($r = .09, n.s.$). Les analyses de covariance ne concluent à aucun effet d'âge, $F(1,44) = .00, n.s.$

Discussion et conclusion

L'objectif premier de cette étude consistait d'abord à évaluer la valeur prédictive des tests neuropsychologiques sélectionnés relativement à la vitesse de détection périphérique chez les conducteurs âgés de la population générale et ainsi parvenir à identifier les meilleurs prédicteurs de cette habileté si importante à la conduite automobile sécuritaire. Conformément à l'hypothèse de Bieliauskas (2005), la valeur prédictive des tests cognitifs est effectivement supérieure lorsqu'il s'agit d'une condition de conduite exigeante, la preuve étant que le pourcentage de variance des temps de détection expliqué par les tests neuropsychologiques est supérieur en situation de distraction. De manière générale, plus les scores neuropsychologiques sont faibles, et

plus les temps de détection sont élevés. Dans la condition de conduite simple, les temps de détection sont en outre bien prédits par les tests Blocs de Corsi-empan indirect, Code et Copie de symboles (version modifiée). Dans la condition de conduite avec distraction verbale, la vitesse de détection est en revanche bien estimée par les scores obtenus aux épreuves Copie de symboles, UFOV, Code, d2 et des Blocs de Corsi-empan indirect. Enfin, trois prédicteurs de la sensibilité à la distraction verbale individuelle peuvent être identifiés, soit le score obtenu à l'épreuve Copie de symboles et à l'épreuve UFOV. Les coefficients de détermination des prédicteurs indiquent dans l'ensemble, des relations d'association de niveau modéré à élevé.

En ce qu'ils présentent des corrélations avec la vitesse de détection périphérique dans les deux conditions de conduite, trois prédicteurs se démarquent particulièrement : Copie de symboles, Blocs de Corsi-Empan indirect et Code. Ces tests sont des mesures d'attention divisée, de la vitesse de traitement et de la mémoire de travail spatiale, ce qui est parfaitement cohérent avec les connaissances sur les processus mis en jeu lors d'une multitâche exigeant un haut niveau de partage attentionnel. En effet, les théories de la capacité suggèrent l'implication d'une instance cognitive chargée de diviser et distribuer les ressources attentionnelles, soit l'administrateur central de la mémoire de travail. En particulier, les résultats relatifs à la mesure d'empan indirect du test des Blocs de Corsi, une mesure spécifique de la mémoire de travail, s'intègre parfaitement aux théories du vieillissement de l'approche globale suggérant notamment, un rôle accru de cette fonction dans la médiation des effets d'âge dans les tâches complexes. Les résultats significatifs concernant le test Code sont également compatibles avec les mêmes théories indiquant un rôle important du déclin de la vitesse de traitement dans le vieillissement

cognitif. Étant le test qui partage le plus de similitudes avec la tâche sur simulateur, la variante adaptée du test Copie de symboles, a comme attendu, obtenu de bons résultats dans la prédiction des temps de détection périphériques sur simulateur. Les résultats relativement au test UFOV sont relativement compatibles avec les travaux antérieurs (Ball et al., 2006; Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist, & Johansson, 1998; Mapstone, Rosler, Hays, Gitelman, & Weintraub, 2001; Stutts, Stewart, & Martell, 1998), mais il importe de noter que sa sensibilité se limite strictement à la condition de conduite avec distraction, peut-être à cause de l'augmentation de la demande cognitive imposée.

Il est ceci dit, plus difficile d'expliquer le manque de validité écologique des tests TMT et Stroop, ayant pourtant été associés à différentes variables de conduite automobile dans certains travaux antérieurs. Ces résultats peuvent être attribuables à un manque de puissance statistique ainsi qu'à une sélection trop rigoureuse de participants ayant pu susciter des effets plafond, ou que ces tests manquent simplement de validité écologique pour la performance à prédire. Il est donc justifié d'avancer que d'autres outils, comme le test Code, les Blocs de Corsi, la version adaptée du test Copie de symboles, UFOV, voire le test d2, ont une meilleure validité prédictive des habiletés de détection périphériques sur simulateur de conduite.

En regard du deuxième objectif qui consistait à évaluer le rôle de l'âge comme variable continue, les résultats ne permettent pas d'envisager un rôle important de l'âge dans l'explication des différences individuelles entre 62 et 83 ans. Les résultats relativement aux analyses de corrélations et de variance n'ont en ce sens montré aucun effet

significatif de l'âge sur la vitesse de détection. Dans la mesure où le vieillissement cognitif est la résultante d'une combinaison unique d'un très grand nombre de facteurs, il est justifié de dire que l'âge ne reflète pas bien les performances de conduite chez les conducteurs âgés de cette tranche d'âge. Ceci dit, il est impossible de se prononcer sur la nature des corrélations advenant un échantillon couvrant une plus vaste étendue d'âge. En effet, Dawson et collaborateurs (2010) arrivent à démontrer que l'âge est un bon prédicteur des erreurs de conduite sur route dans un échantillon de conducteurs âgés de 62 à 89 ans, dont la moyenne d'âge est, par rapport au présent, légèrement supérieure (72,5 ans). Le biais d'échantillonnage présente également une limite liée à la représentativité, les participants recrutés étant tous des volontaires. Il est par ailleurs impossible d'écarter la possibilité d'avoir inclus des participants atteints sur le plan neurologique, tel qu'en début de démence par exemple. Comme l'intérêt de l'étude était surtout de vérifier la valeur écologique des tests cognitifs au sein de la population générale, la présente étude avait le souci d'être la plus inclusive possible afin de bien refléter la réalité des conducteurs autonomes et réguliers.

Les résultats relatifs aux différences de genre sur le pourcentage d'augmentation des temps de détection occasionnée par l'addition d'une tâche distractive sont, en vertu des analyses supplémentaires, difficiles à interpréter. Ainsi, on ne retrouve aucune autre différence significative entre les conducteurs de sexe féminin et masculin sur aucune autre mesure susceptible d'expliquer ce décalage (santé, âge, exposition, expérience, vitesses sur simulateur). On ne peut donc qu'encourager les chercheurs à faire des analyses de genre chez les conducteurs âgés, d'une part parce que celles-ci sont très rares dans la littérature, d'autre part, parce les femmes détentrices d'un permis de

conduire représentent un groupe en croissance constante, et pourtant toujours très marqué par des préjugés défavorables qui n'ont aucun appui scientifique.

Outre les applications cliniques visant à appuyer le travail des cliniciens qui sont amenés à se positionner sur les habiletés des conducteurs âgés sur la base de leur évaluation par les tests, les présentes conclusions peuvent également favoriser le développement d'applications visant le maintien de la conduite automobile à l'âge avancé. Il est en effet reconnu que la conduite automobile représente un facteur clé dans le maintien de l'autonomie et du bien-être de l'individu (Fonda, Wallace, & Herzog, 2001; Rudman, Friedland, Chipman, & Sciortino, 2006), des facteurs non négligeables d'un point de vue socioéconomique dans un contexte d'inversion progressive de la pyramide des âges. Les présentes conclusions peuvent ainsi orienter les cliniciens responsables de l'évaluation de la conduite automobile sécuritaire des aînés vers certains outils d'évaluation, et répondre à certains de leurs questionnements (Christie, Savill, Buttress, Newby, & Tyerman, 2001). Étant donné que les facteurs cognitifs influencent le niveau d'habiletés de conduite, le développement de programmes de stimulation cognitive visant à activer et renforcer les fonctions d'attention, de vitesse et de mémoire de travail, et à entraîner le guidage attentionnel nécessaires à la détection périphérique est également souhaitable dans la mesure où ces programmes seront validés empiriquement et le plus écologique possible.

Enfin, tel que le font remarquer les analyses portant sur la tâche de conduite, la grande majorité des participants a conduit à une vitesse inférieure à la limite autorisée. Bien que cette vitesse n'ait pas varié en fonction de la condition de conduite, cette observation

semble néanmoins indiquer l'application d'une stratégie autorégulatrice de réduction de vitesse. Une autre question intéressante consiste ainsi à se demander si les individus détenant de plus faibles capacités attentionnelles adoptent également davantage que les autres certaines stratégies autorégulatrices visant à compenser leurs faiblesses cognitives. Une association entre le test d2 et la vitesse de conduite en condition de conduite simple semble appuyer cette idée. Très peu étudiée jusqu'à maintenant, cette question semble pourtant cruciale pour parvenir à préciser le lien entre les prédicteurs neuropsychologiques et la conduite automobile sécuritaire chez les aînés et pour élaborer des interventions qui leurs sont bien adaptées.

Références

- Ball, K., Owsley, C., Sloane, M. E., Roenker, D. L., & Bruni, J. R. (1993). Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 34*(11), 3110-3123.
- Ball, K. K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D., Roth, D. L., McGwin, G., et al. (2006). Can High-Risk Older Drivers Be Identified Through Performance-Based Measures in a Department of Motor Vehicles Setting? *Journal of the American Geriatrics Society, 54*(1), 77-84.
- Bieliauskas, L. A. (2005). Neuropsychological assessment of geriatric driving competence. *Brain Injury, 19*(3), 221-226.
- Bohnen, N., Twijnstra, A. & Jolles, J. (1992). Neuropsychological deficits in patients with persistent symptoms six months after mild head injury. *Neurosurgery, 30*, 692–696.

- Bolstad, C. A. (2001). « Age-related factors affecting the perception of essential information during complex driving situations ». Thèse de doctorat, Raleigh, North Carolina State University, US, 104 p.
- Bordeleau, B. (2007). Les collisions mortelles des 65 ans ou plus, Québec, Direction des études et des stratégies en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, 70 p.
- Brickenkamp, R. & Zillmer, E. (1998). The d2 Test of Attention. Seattle, Washington: Hogrefe & Huber Publishers.
- Chicherio, C. (2006). « Contrôle exécutif et réseaux neurofonctionnels au cours du vieillissement normal: Un test de l'hypothèse de dé-différenciation cognitive ». Thèse de doctorat en ligne, Genève, Université de Genève, 439 p. Repéré à <http://archive-ouverte.unige.ch/downloader/pdf/tmp/fcd57lgru7rl6bt9jh79p67qs6/out.pdf>.
- Christie, N., Savill, T., Buttress, S., Newby, G. & Tyerman, A. (2001). Assessing fitness to drive after head injury: A survey of clinical psychologists. *Neuropsychological rehabilitation: An International Journal*, 11(1), 45-55.
- Classen, S., Bewernitz, M., & Shechtman, O. (2011). Driving simulator sickness: an evidence-based review of the literature. *American Journal of Occupational Therapy*, 65(2), 179-188.
- Clay, O.J., Wadley, V.G., Edwards, J.D., Roth, D.L., Roenker, D.L. & Ball, K.K. (2005). Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: Current and future applications. *Optometry & Vision Science*, 82(8), 724-731.

- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstracts International*, 34 (02), 891 p.
- Dawson, J. D., Uc, E. Y., Anderson, S. W., Johnson, A. M., & Rizzo, M. (2010). Neuropsychological predictors of driving errors in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(6), 1090-1096.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001). Short cognitive/neuropsychological test battery for first-tier fitness-to-drive assessment of older adults. *Clinical Neuropsychologist*, 15(3), 329-336.
- Fonda, S. J., Wallace, R. B. & Herzog, A. R. (2001). Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. *Journal of Gerontology: Social Sciences*, 56, 343–351.
- Fisk, J. E., & Sharp, C. A. (2004). Age-Related Impairment in Executive Functioning: Updating, Inhibition, Shifting, and Access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(7), 874-890.
- Guerrier, J. H., Manivannan, P., & Nair, S. N. (1999). The role of working memory, field dependence, visual search, and reaction time in the left turn performance of older female drivers. *Applied Ergonomics*, 30(2), 109-119.
- Hancock, P. A., Lesch, M., & Simmons, L. (2003). The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver. *Accident Analysis & Prevention*, 35(4), 501-514.
- Harbluk, J. L., Noy, Y., Trbovich, P. L., & Eizenman, M. (2007). An on-road assessment of cognitive distraction: Impacts on drivers' visual behavior and braking performance. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 372-379.

- Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T., & Rypma, B. (1991). Age and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17(1), 163-169.
- Horberry, T., Anderson, J., Regan, M. A., Triggs, T. J., & Brown, J. (2006). Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 38(1), 185-191.
- Lezak, M., Howieson, D., & Loring, D. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). New York: Oxford University Press.
- Lindenberger, U., Mayr, U., & Kliegl, R. (1993). Speed and intelligence in old age. *Psychology and Aging*, 8(2), 207-220.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (1998). Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers. *Accident Analysis & Prevention*. 30(3), 371-377.
- Lyman, S., Ferguson, S. A., Braver, E. R., & Williams, A. F. (2002). Older driver involvements in police reported crashes and fatal crashes: trends and projections. *Injury Prevention*, 8(2), 116-120.
- MacDonald, M. C., Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). Working memory constraints on the processing of syntactic ambiguity. *Cognitive Psychology*, 24(1), 56-98.
- Mapstone, M., Rosler, A., Hays, A., Gitelman, D. R., & Weintraub, S. (2001). Dynamic allocation of attention in aging and Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, 58(9), 1443-1447.
- McPhee, L. C., Scialfa, C. T., Dennis, W. M., Ho, G., & Caird, J. K., (2004). Age differences in visual search for traffic signs during a simulated conversation. *Human Factors*, 46(4), 674-685.

- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- Odenheimer G.L., Beaudet M., Jette A.M., Albert M.S., Grande L. & Minaker K.L. (1994). Performance-based driving evaluation of the elderly driver: Safety, reliability, and validity. *Journal of Gerontology*, 49(4), 153-9.
- Olsson, S., & Burns, P. C. (2000). Measuring driver visual distraction with a peripheral detection task. Linköping, Suède, Université de Linköping.
- Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Sloane, M., Roenker, D., White, M., & Overley, E. (1998). Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *Journal of the American Medical Association*, 279(14), 1083-1088.
- Reitan, R. (1958). Validity of the Trail Making test as an indicator of brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8, 271-276.
- Richardson, E.D., & Marottoli, R.A. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 58(8), 18-22.
- Rogé, J., Pebayle, T., Campagne, A. l., & Muzet, A. (2005). Useful Visual Field Reduction as a Function of Age and Risk of Accident in Simulated Car Driving. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 46(5), 1774-1779.
- Rudman, D. L., Friedland, J., Chipman, M., & Sciortino, P. (2006). Holding On and Letting Go: The Perspectives of Pre-seniors and Seniors on Driving Self-Regulation in Later Life. *Canadian Journal on Aging*, 25(1), 65-76.

- Rumar, K. (1990). The basic driver error: late detection. *Ergonomics*, 33(10-11), 1281-1290.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428.
- Strayer, D. L., Drews, F. A., & Johnston, W. A. (2003). Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9(1), 23-32.
- Stutts, J. C., Stewart, J. R., & Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 337-346.
- Wechsler (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale – Third Edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Whelihana, W., DiCarlo, M., & Paul, R. (2005). The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 217-228.

Article 2 : « Les stratégies autorégulatrices chez les conducteurs âgés : implication des variables neuropsychologiques et des perceptions subjectives »

Titre : « Les stratégies autorégulatrices chez les conducteurs âgés : implication des variables neuropsychologiques et des perceptions subjectives »

Mylène Hazel, M.Ps.

Jacques Bergeron, Ph.D.

Résumé

Même s'il est bien établi que dans l'ensemble, les conducteurs âgés sont plus enclins à éviter les situations de conduite exigeantes sur le plan cognitif, les connaissances sur les facteurs individuels associés à l'utilisation de telles stratégies demeurent limitées. La présente étude vise ainsi à mesurer le lien entre le recours aux stratégies d'évitement routier et les facteurs neuropsychologiques, l'âge, le genre, les attitudes ainsi que les perceptions subjectives à l'égard des habiletés de conduite automobile. Cinquante conducteurs âgés de plus de 60 ans ont participé à une évaluation neuropsychologique et répondu à des questionnaires. Les résultats démontrent que le recours à l'évitement des situations exigeantes est plus prononcé chez les individus qui présentent davantage de difficultés aux tests de la mémoire de travail visuospatiale, de la vitesse de traitement et des fonctions d'attention divisée et sélective. Les résultats indiquent en outre que l'évitement routier est supérieur chez les conducteurs ayant tendance à dévaluer leurs habiletés de conduite générales, à exprimer une plus faible perception de contrôle ainsi qu'une attitude plutôt défavorable à l'endroit des situations de conduite risquées. Les stratégies d'évitement se révèlent donc comme des réponses autorégulatrices proportionnelles aux limitations cognitives et aux perceptions individuelles. Ces connaissances présentent des possibilités d'application intéressantes pour la préservation de la mobilité des aînés et de la conduite automobile sécuritaire, dans la mesure où les interventions viseraient à renforcer des stratégies préexistantes.

Mots-clés : conducteurs âgés, stratégies autorégulatrices, vieillissement cognitif, attention.

Abstract

Self-restricted driving strategies are known to be more frequent in elderly drivers. In order to better understand the individual factors involved in the development of avoidance strategies in healthy elderly drivers, cognitive and individual factors such as gender, age, attitudes and self-perceptions related to driving were investigated in a sample of 50 seniors aged from 62 to 83 years. Based on a neuropsychological assessment and questionnaires, the results indicate that avoidance driving behaviors are best predicted by drivers' perceptions regarding their general driving skills and perceived self efficiency in complex or risky situations, as well as by the Indirect Spatial Span score of the Corsi blocks task, a visuospatial working memory indicator. At a lesser extent, it is predicted by other neuropsychological measures of visual attention (UFOV, TMT B) and affective attitudes associated with risky driving situations. While the avoidance driving scale did not seem to be significantly affected by age, nor health level, women seem to avoid long-distance specifically. Since drivers presenting attentionnal weaknesses and low confidence in driving skills do tend to self-regulate more their driving, it is argued that such strategies can have a great impact on driving safety in elderly.

Key words: older drivers, self-restricted driving, cognitive aging, attention.

Introduction

À cause du phénomène du vieillissement de la population, certains auteurs anticipent une détérioration du bilan routier, en particulier, une augmentation des taux de collisions mortelles ou avec blessures graves (Lyman, Ferguson, Braver, & William, 2002). Selon un bon nombre d'études, le déclin cognitif lié aux processus du vieillissement contribuerait à expliquer ce sur-risque (Ball, Owsley, Sloane, Roenker, & Bruni, 1993; Richardson & Marottoli, 2003). Comme la détérioration du système cognitif se manifeste progressivement, les conducteurs âgés peuvent s'y adapter par la mise en œuvre de nouvelles stratégies de conduite, notamment par l'application de stratégies visant à éviter les situations de conduite exigeantes sur le plan cognitif. Les connaissances sur ces processus adaptatifs étant encore rudimentaires, le présent travail vise à évaluer l'implication des facteurs neuropsychologiques et des perceptions subjectives dans la propension à faire usage de ce type de stratégies autorégulatrices.

Considérant la grande variété des mesures utilisées, la prévalence des stratégies d'évitement routier chez les aînés, diffère considérablement (entre 6 et 80 %) d'une étude à l'autre (Ball, Owsley, Stalvey, Roenker, Sloane, & Graves, 1998; Charlton, Oxley, Fildes, Oxley, Newstead, Koppel, et al., 2006; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Hakamies-Blomqvist & Wahlström, 1998; Oxley, Charlton, Scully, & Koppel, 2010). La conduite de nuit et la conduite aux heures de pointe seraient, chez les aînés, les deux situations les plus fréquemment évitées (Ball et al., 1998 ; Hakamies-Blomqvist & Wahlström, 1998). Certains chercheurs suggèrent que la fréquence d'utilisation de telles stratégies serait plus marquée chez les femmes (Charlton et al.,

2006 ; D'Ambrosio, Donorfio, Coughlin, Mohyde, & Meyer, 2008; Oxley et al., 2010), chez les conducteurs âgés de 75 ans et plus (Charlton et al., 2006 ; Vance et al., 2006) ou qui rapportent davantage de problèmes de santé (Ambrosio, 2008 ; Audet et D'amours, 2002; Rimmö & Hakamies-Blomqvist, 2002; Oxley 2010; Vance et al., 2006). Les résultats relatifs aux différences intersexe s'avèrent assez congruents d'une étude à l'autre, les conductrices ayant notamment davantage tendance à réduire leur exposition générale de conduite (Charlton et al., 2003; Oxley et al., 2010), à éviter certaines situations spécifiques, telles que la conduite sur de longues distances, les trajets non familiers (D'Ambrosio et al., 2008), et à cesser volontairement de conduire à un plus jeune âge que les hommes (Charlton et al., 2003; Hakamies-Blomqvist & Sirén, 2003).

Pour être réellement efficaces, les tendances autorégulatrices devraient être davantage marquées chez les individus présentant un risque routier supérieur. Les données préliminaires à ce sujet sont équivoques. Corroborant cette hypothèse, des données récentes indiquent d'abord que la prévalence de ces stratégies tend à varier avec certaines mesures objectives des habiletés de conduite générales, telles qu'évaluées sur route par des examinateurs spécialisés (Baldock, Mathias, McLean, & Berndt, 2006; De Raedt & Ponjaert-Kristofferson, 2000). Les comportements routiers d'évitement s'avèrent aussi plus fréquents chez les aînés ayant récemment été impliqués dans une ou plusieurs collisions (Charlton et al., 2006; Daigneault, Joly, & Frigon, 2002 ; Rudman, Friedland, Chipman, & Sciortino, 2006) et chez les conducteurs rapportant un moindre niveau d'habiletés ou de confiance (Baldock et al., 2006 ; Charlton et al., 2003). Il est à noter toutefois, que certains auteurs n'ont montré aucune association entre les tendances globales d'évitement et les habiletés de conduite évaluées sur route (Charlton, Oxley,

Fildes, & Les, 2001, Baldock et al., 2006). Il appert en revanche pour certains auteurs, que le lien entre les habiletés de conduite et l'évitement routier n'existe que pour certaines situations spécifiques, telles que la conduite de nuit et la conduite par temps de pluie (Baldock et al., 2006). Gabaude et collaborateurs (2010) démontrent par ailleurs que parmi d'autres variables comme l'âge, le genre, la présence d'une collision dans la période récente, le niveau de santé, les perceptions subjectives à l'égard des capacités attentionnelles et de la vitesse de traitement ont la meilleure valeur prédictive de la fréquence du recours aux stratégies d'évitement, en expliquant à elles seules 26% de la variance.

La littérature démontre en effet que la présence d'atteintes au niveau des fonctions visuo-attentionnelles tend à altérer les habiletés de détection d'événements ou d'obstacles au sein de l'environnement routier, et à faire augmenter le risque de collisions (Rumar, 1990). La littérature indique entre autre que les performances obtenues à certains tests cognitifs, tel que l'épreuve du Trail Making Test (TMT) (Ball, Roenker, Wadley, Edwards, Roth, & McGwin, 2006; Daigneault et al., 2002 ; Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist, & Johansson, 1998; Mapstone, Rosler, Hays, Gitelman, & Weintraub, 2001; Odenheimer et al., 1994; Richardson & Marotolli, 2003 ; Stutts, Stewart, & Martell, 1998) et l'épreuve du champ visuel « utile » nommément UFOV® de Visual Awareness, Inc. (Ball et al., 1993; Ball & Rebok, 1994; Ball et al., 2006; Bieliauskas, 2005) ou son évaluation par d'autres moyens (Rogé, Pebayle, Campagne, & Muzet, 2005) sont associées au risque de collisions et au niveau de performance sur route ou sur simulateur. Ceci dit, les travaux portant sur l'analyse des associations entre les variables neuropsychologiques objectives et la propension à faire usage de stratégies

autorégulatrices chez les aînés de la population générale sont peu nombreux et divergent entre eux. D'après les résultats préliminaires, il semblerait que les stratégies d'évitement soient plus marquées chez ceux dont le rendement au test UFOV (Ball et al., 1998; Stutts, 1998 ; Okonkwo, Crowe, Wadley, & Ball, 2008) et au test TMT A (Audet et D'amours, 2002) est inférieur. À partir d'une mesure composite incluant le rendement à l'UFOV, au Motor-Free Visual Perception Test (MVPT) et au TMT, une autre étude corrobore l'influence des habiletés visuo-attentionnelles dans la propension à l'évitement routier (Vance et al., 2006). Des études font toutefois observer des résultats inverses. Notamment, une étude indique que le recours aux stratégies d'évitement chez les conducteurs âgés n'est pas influencé par la présence de faiblesses attentionnelles, telles que mesurées par le TMT B, le test de Stroop ou le test Substitution de symboles (Audet et D'amours, 2002).

Dans un autre ordre d'idée, la structure en paliers hiérarchisés du modèle de la conduite de Michon (1979, 1985) et la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991) peuvent certainement offrir un cadre théorique intéressant à l'étude des facteurs individuels favorisant l'adoption de comportements routiers d'évitement chez les aînés. Largement influencées par les habiletés cognitives et perceptuelles, la présence de limitations affectant le niveau opérationnel (capacité de réagir rapidement et adéquatement aux événements routiers) devrait induire des ajustements aux niveaux tactique et stratégique, comme par exemple, l'adoption de nouvelles habitudes d'évitement routier (Michon, 1979, 1985). Selon la théorie de Ajzen (1991), l'intention comportementale découle d'autre part, de trois variables principales, soit les attitudes, les normes sociales et la perception de contrôle. L'étude de Richer (2009) permet à ce propos de confirmer

l'implication de tels facteurs dans la conduite risquée chez les jeunes conducteurs, et ce faisant, la pertinence de ce cadre conceptuel dans l'explication des choix individuels en matière de comportements routiers. À notre connaissance, seule une étude a exploré la pertinence de la théorie du comportement planifié dans l'étude des intentions comportementales des aînés, soit au niveau de la cessation de conduite, et obtenu des résultats encourageants (Lindstrom-Forneri, Tuokko, & Rhodes, 2007). À la lumière de ce modèle, il appert que les caractéristiques individuelles liées à l'évitement routier chez les aînés peuvent également relever des trois variables de base, la notion de perception de contrôle (limitations cognitives liées au vieillissement, l'âge, les perceptions à l'égard des habiletés de conduite et le niveau de santé), les attitudes et les normes reliées à l'âge et au genre.

Le présent article propose conséquemment une analyse des relations d'association existant entre la propension à l'évitement des situations de conduite exigeantes et les capacités visuo-attentionnelles telles que mesurées par les tests, chez les conducteurs âgés de la population générale. Afin de mieux cerner le rôle des facteurs individuels dans le recours aux stratégies d'évitement chez les conducteurs vieillissants, d'autres variables comme le genre, l'âge, le niveau de santé, les perceptions et les attitudes à l'égard de la conduite automobile sont également analysées.

Selon les hypothèses, la fréquence d'utilisation des stratégies d'évitement devrait être associée aux scores obtenus aux tests des fonctions attentionnelles. Conformément aux résultats préliminaires et aux variables associées à la théorie du comportement planifié, les comportements d'évitement devraient également être plus fréquents chez les

individus chez lesquels l'auto-évaluation des habiletés de conduite générales et le niveau de contrôle perçu à l'endroit des situations de conduite risquées sont inférieurs et les attitudes plutôt défavorables. On s'attend également à observer davantage de tendances d'évitement chez les femmes que chez les hommes, de même que chez les individus plus âgés et/ou de santé plus fragile.

Méthode

Participants

Cinquante (27 hommes, 23 femmes) conducteurs âgés de 62 à 83 ans ($M = 70.06$, $SD = 5.24$) sont recrutés pour cette étude par l'intermédiaire d'annonces publiées dans des revues s'adressant aux seniors ($n=30$) ou recrutés aléatoirement dans des aires commerciales ($n=20$). Selon les critères d'inclusion généraux, tous les participants possèdent un véhicule, sont droitiers, et sont exempts de tout handicap moteur, de troubles de la vision non corrigés, ou de toutes affections psychiatriques/neurologiques. Les participants doivent également détenir un minimum de 20 ans d'expérience de conduite ($M = 47.23$, $SD = 9.39$) ainsi qu'une exposition de conduite minimale de 2 jours/semaine ($M = 5.11$, $SD = 1.58$), de manière à constituer un échantillon de conducteurs expérimentés et prenant le volant de façon régulière (voir tableau 1). Ils doivent également pouvoir se rendre au laboratoire de manière autonome. D'après les informations auto-rapportées sur une échelle à quatre niveaux (1= mauvais, 2= moyen, 3= bon, 4= excellent) ($M = 3.3$, $SD = 0.6$), les individus recrutés ont au moins un état de santé moyen sinon bon ou excellent. Enfin, l'échantillon dans son ensemble a un bon niveau de scolarité, la majorité des participants ayant au moins entrepris des études postsecondaires ($M = 14.20$, $SD = 4.54$).

Tableau 1. Statistiques descriptives de l'échantillon

	Échantillon total			Femmes		Hommes		<i>p</i>
	N	Moyenne	<i>SD</i>	Moyenne	<i>SD</i>	Moyenne	<i>SD</i>	
Âge	50	69.98	5.16	70.39	5.49	69.63	4.94	<i>n.s.</i>
Niveau de scolarité	50	14.52	5.02	13.91	5.27	15.04	4.83	<i>n.s.</i>
Niveau de santé (1-5)	50	3.28	0.64	3.39	0.58	3.19	0.68	<i>n.s.</i>
Habilités de conduite générales	50	7.58	1.72	7.26	2.20	7.85	1.13	<i>n.s.</i>
Échelle H (ACR-E)	50	34.12	5.30	36.09	4.69	32.44	5.29	.01
Échelle A (ACR-E)	50	30.72	7.55	28.57	6.95	32.56	7.68	.06
Expérience de conduite (ans)	50	47.32	9.22	45.74	11.85	48.67	6.10	<i>n.s.</i>
Nombre de collisions	50	0.12	0.48	0.13	0.63	0.11	0.32	<i>n.s.</i>
Nombre de contraventions	50	0.58	0.95	0.26	0.54	0.85	1.13	<i>n.s.</i>

Matériel

Questionnaires

Renseignements personnels. Ce questionnaire a permis notamment de recueillir certaines données démographiques et plusieurs informations reliées à la conduite d'un véhicule. Les variables explicatives retenues étaient l'âge, le genre, le niveau de santé sur une échelle de 1 à 4 (1=mauvais, 2=moyen, 3=bon, 4=excellent), l'échelle d'habiletés générales de conduite (exprimée par une autoévaluation globale sur 10, allant de 1=minimum à 10=maximum) et l'expérience de conduite en nombre d'années.

Questionnaire ACR-E

Les participants ont complété deux échelles du Questionnaire *ACR-E* (Joly et Bergeron, 1997). Permettant d'estimer le degré de difficulté habituellement éprouvé par les conducteurs en situations exigeantes ou à risque sur une échelle de 8 (1= extrêmement facile à 8= extrêmement difficile), telles que la conduite sous des conditions météorologiques défavorables, de nuit, de fatigue, dans les dépassements ou de grande

vitesse, l'échelle H donne une appréciation de la perception de contrôle ou du niveau d'efficacité personnelle. L'échelle A évalue quant à elle l'attitude affective à l'égard des mêmes situations (1= extrêmement désagréable à 8= extrêmement agréable). Les coefficients alpha de Cronbach obtenus dans la présente étude sont .72, pour l'échelle H et .76 pour l'échelle A, analogues à ceux rapportés dans le manuel du questionnaire.

Questionnaire d'analyse des habitudes de conduite. Développé par Joly et Brouwer (1998), ce questionnaire est une mesure auto-rapportée des habitudes de conduite. Des études antérieures confirment la pertinence de son application aux conducteurs âgés et la validité de sa version francophone (Daigneault et al., 2002; Tétreault, 1998). Pour sa pertinence dans le contexte de la présente étude, l'échelle d'évitement de situations complexes sur le plan cognitif a été utilisée comme variable dépendante, à laquelle quatre items supplémentaires ont été ajoutés, de manière à former une nouvelle échelle de 11 items (voir tableau 2). Les onze questions concernaient entre autres les situations d'intersections complexes, de virages à gauche, de forte achalandage, de centre-ville inconnu, la tendance à l'évitement devant être évaluée sur une échelle de 5 (1 = n'évite jamais, 2 = évite parfois, 3 = évite souvent, 4 = évite presque toujours, 5= évite toujours). Le coefficient alpha de Cronbach de l'échelle est estimé à 0.84 pour le présent échantillon, ce qui est similaire aux mesures de cohérence interne des études antérieures.

Tests cognitifs

Useful Field of View, (Ball et al., 1993). Le logiciel UFOV (UFOV[®] est une marque déposée de Visual Awareness, Inc.) est un test informatisé d'une durée de 15 minutes spécifiquement conçu pour la prédiction du nombre de collisions (Ball et al., 2006;

Owsley et al., 1998) et des habiletés de conduite sur route (Whelihana, DiCarlo, & Paul, 2005). De manière générale, le logiciel mesure la vitesse de traitement de l'information visuelle sous des conditions allant en se complexifiant. La tâche consiste pour l'examiné à détecter, identifier, et localiser des cibles présentées très brièvement à l'écran, et selon la condition, en présence de distracteurs ou d'une deuxième cible apparaissant simultanément. La variable indépendante retenue est le résultat global indiqué par le niveau de risque de collision allant de 1 à 5 (1= très faible, 2= faible, 3= faible à modéré, 4= modéré à élevé, 5= élevé), validé à partir d'études empiriques (Owsley et al., 1998; Ball et al., 2006).

Blocs de Corsi (Corsi, 1972; Wechsler, 2001). Intégrée à l'Echelle Clinique de Mémoire de Wechsler, cette épreuve permet d'évaluer en deux temps, la capacité d'empan (empan direct) et de traitement (empan indirect) de la mémoire de travail visuospatiale. L'expérimentateur dispose d'une planche où sont fixés neuf blocs identiques. Après avoir indiqué du doigt une première séquence de deux blocs, l'expérimentateur demande à l'examiné de la reproduire de mémoire. Dans la deuxième partie, le participant doit reproduire des séries de blocs dans l'ordre inverse. Trois variables indépendantes ont été choisies pour les analyses, soit le nombre d'essais réussis dans l'ordre direct, le nombre d'essais réussis dans l'ordre indirect et le nombre total d'essais réussis.

Trail Making Test (Reitan & Wolfson, 1985). Le Trail Making Test (TMT), est un autre test neuropsychologique très répandu. De type papier-crayon et issu de la Halstead-Reitan-Battery, celui-ci comprend deux parties (A et B), permettant respectivement d'apprécier la vitesse de recherche visuelle (*scanning*) et la flexibilité mentale

(*switching*). Dans la partie A, le participant doit relier des chiffres présentés de manière désorganisée (1 à 25) le plus rapidement possible et dans l'ordre croissant. Dans la partie B, le participant doit relier des chiffres et des lettres, en alternance, tout en respectant l'ordre croissant de chacun (1-A-2-B..). Dans chacune des deux parties, on signale les erreurs sans arrêter le chronomètre et on cote l'épreuve d'après le temps de réponse. Ces deux scores ont été retenus pour les analyses à titre de variables indépendantes.

Procédures

Les participants ont été rencontrés individuellement pour une durée approximative de 2 heures et dédommagés de 20\$. Les modalités de l'expérimentation et des politiques en matière d'éthique étaient d'abord présentées, puis le consentement écrit était obtenu. Ensuite, les participants complétaient les questionnaires et effectuaient les tests cognitifs selon les instructions de l'expérimentateur. Pour minimiser les biais de mesure, un seul expérimentateur était en charge de l'ensemble de l'expérimentation.

Analyses statistiques

Pour évaluer les différences de genre, l'échelle globale d'évitement a fait l'objet d'un test-t et d'une ANCOVA. L'échelle globale d'évitement a ensuite fait l'objet d'analyses de corrélation partielle avec chacune des variables indépendantes, soit avec chacune des mesures cognitives, l'âge, le niveau de santé, les échelles A et H de l'ACR-E, et l'échelle d'habiletés générales de conduite. Notons que l'âge et le genre ont été contrôlés statistiquement pour l'ensemble de ces associations. Ensuite, des analyses de régression multiple ont été effectuées sur l'échelle globale d'évitement afin de déterminer les meilleurs modèles de prédiction à partir des prédicteurs précédemment identifiés.

Résultats

Les statistiques descriptives en rapport à l'échelle d'évitement routier se retrouvent dans le tableau 2. Les situations spécifiques de conduite qui sont les plus évitées sont dans l'ordre, la conduite par mauvais temps, la conduite de nuit, aux heures de pointe et dans un centre-ville achalandé et inconnu. D'après les réponses auto-rapportées, la prévalence d'évitement fréquent ou permanent (« j'évite souvent/toujours ») est de 62% pour la conduite par mauvais temps, 42% pour la conduite de nuit, 22% aux heures de pointe, 20% dans un centre-ville achalandé ou inconnu. Les situations les moins évitées sont en outre la conduite sur autoroute (2%) et les changements de voie sur l'autoroute (2%).

Tableau 2. Statistiques descriptives de l'évitement routier en fonction du genre

	Échantillon total		Femmes		Hommes		<i>p</i>
	Moyenne	<i>SD</i>	Moyenne	<i>SD</i>	Moyenne	<i>SD</i>	
Score global d'évitement routier	23.30	7.11	24.52	8.47	22.26	5.67	<i>n.s.</i>
Intersections	2.06	1.24	2.13	1.39	2.00	1.11	<i>n.s.</i>
Centres-villes inconnus	2.24	1.29	2.52	1.47	2.00	1.07	<i>n.s.</i>
Centres-villes achalandés	2.26	1.26	2.17	1.30	2.33	1.24	<i>n.s.</i>
Longues distances	1.46	1.03	1.78	1.31	1.19	0.62	.045
Virage à gauche à une intersection	1.64	1.01	1.56	1.04	1.70	0.99	<i>n.s.</i>
Insertion dans une voie rapide	1.48	.74	1.65	.88	1.33	0.55	<i>n.s.</i>
Heures de pointe	2.40	1.28	2.30	1.22	2.48	1.34	<i>n.s.</i>
Autoroute	1.44	.84	1.60	1.03	1.30	0.61	<i>n.s.</i>
Changement de voie sur l'autoroute	1.52	.79	1.74	.96	1.33	0.55	.08
Conduite de nuit	3.18	1.04	3.26	1.14	3.11	0.97	<i>n.s.</i>
Conduite par mauvais temps	3.62	.80	3.78	.74	3.48	0.85	<i>n.s.</i>

Évitement routier et genre

Avant d'effectuer les analyses sur les différences de genre, des tests- t sont menés sur les différents prédicteurs à l'étude afin de déterminer si des variables devaient être contrôlées (voir tableau 2). Les tests- t confirment l'existence d'un effet significatif du genre sur l'échelle H de l'ACR ($t [48] = 2.59, p < .05, d = .73$) et d'un effet tendanciel sur l'échelle A ($t [48] = 2.59, p = .06$). Les tests- t des effets de genre sur l'âge ($t [48] = -.51, n.s.$), le niveau de santé ($t [48] = -1.14, n.s.$), les habiletés de conduite générales ($t [47] = .83, n.s.$), le niveau de scolarité ($t [48] = 0.79, n.s.$), les scores à l'UFOV ($t [48] = 1.69, n.s.$), à l'Empan direct ($t [48] = .88, n.s.$), à l'Empan indirect ($t [48] = -.01, n.s.$), à l'Empan total ($t [48] = .50, n.s.$), les temps de réponses au TMT A ($t [48] = .82, n.s.$) et au TMT B ($t [48] = .77, n.s.$) sont tous non significatifs. Conséquemment, un premier test- t (sans covariable) est effectué afin d'évaluer l'effet du genre sur l'échelle d'évitement. Ce dernier ne révèle aucune différence intersexe significative sur le score global de l'échelle d'évitement routier, $t (48) = 1.09, n.s.$ (voir tableau 2). L'ANCOVA incluant les covariables H et A ne permet pas non plus de conclure à l'existence d'un effet significatif du genre sur le score global d'évitement routier ($F [1,46] = .01, n.s.$). Des analyses supplémentaires révèlent toutefois la présence d'une différence de genre sur l'un des items de l'échelle, soit sur la stratégie d'évitement des longues distances, de sorte que les femmes rapportent une plus forte propension à éviter les longues distances par rapport aux hommes, $t(48) = 2.08, p < .05, d = .59$. Un effet tendanciel dans la même direction est aussi observé sur la stratégie d'évitement des changements de voies sur l'autoroute, $t (48) = 1.80, p = .08$. Lorsque l'on réévalue ces effets en ajoutant la variable Échelle H (ACR-E) à titre de covariable au sein d'une analyse de covariance, l'effet du

genre sur l'évitement des longues distances ($F [1,50] = 2.08, n.s.$) et l'effet tendanciel du genre sur les changements de voies ($F [1,50] = .71, n.s.$) disparaissent.

Corrélation entre l'échelle d'évitement routier, l'âge et l'état de santé

Les corrélations entre les stratégies d'évitement routier, l'âge et l'état de santé sont indiquées dans le tableau 3. Les analyses de corrélations partielles ne rendent compte d'aucune association entre l'âge et l'échelle d'évitement ($r = -.01$). La corrélation avec le niveau de santé s'avère nulle également ($r = -.04$).

Tableau 3. Corrélations entre l'évitement routier et les variables individuelles

	<i>r</i>
Âge ^a	-.01
Niveau de santé ^b	-.04
<i>Tests cognitifs^b</i>	
UFOV (catégorie)	.31*
Blocs de Corsi (Empan direct)	-.09
Blocs de Corsi (Empan indirect)	-.38**
Blocs de Corsi (Empan total)	-.31*
TMT A (ms)	.13
TMT B (ms)	.31*
Habilités de conduite générales (/10) ^b	-.34*
Échelle H (ACR-E) ^b	.47**
Échelle A (ACR-E) ^b	-.39*

* Corrélation significative au seuil $p < .05$

** Corrélation significative au seuil $p < .01$

^a Coefficient de corrélation partielle, covariable : genre

^b Coefficient de corrélation partielle, covariable : age et genre

Corrélations entre l'échelle d'évitement routier et les scores obtenus aux tests neuropsychologiques

Selon les analyses de corrélations partielles (voir tableau 3), la tendance à éviter les situations complexes de conduite varie négativement avec le score d'Empan indirect ($r = -.38$) et le score d'Empan total ($r = -.31$), varie positivement avec le score à l'UFOV ($r = .31$) et les temps de réponse au TMT B ($r = .31$), mais ne varie pas significativement avec les temps de réponse au TMT A ($r = .13$) ni avec le score d'Empan direct ($r = .09$) (voir tableau 3). L'analyse de régression visant à identifier les meilleurs prédicteurs cognitifs des stratégies autorégulatrices d'évitement routiers indique que le score d'Empan indirect est le seul prédicteur pouvant entrer dans le modèle de manière à atteindre le seuil de significativité et à éviter la colinéarité. Ce prédicteur parvient à lui seul à expliquer 13 % de la variance de l'échelle d'évitement, indiquant un effet de taille moyenne-élevée, $F(1,49) = 7.43$, $p < .05$, $R^2 = .13$.

Corrélations entre l'échelle d'évitement et les variables de conduite auto-rapportées

Les analyses de corrélations partielles portant sur les variables de conduite auto-rapportées montrent d'autre part que les conducteurs qui évaluent leurs habiletés de conduite générales à un niveau inférieur ($r = -.59$), qui indiquent un moindre niveau de contrôle à l'échelle H de l'ACR-E ($r = .47$), et qui expriment une attitude plus défavorable à l'égard des situations risquées ou exigeantes ($r = -.39$) présentent également des scores supérieurs à l'échelle d'évitement routier (voir tableau 3). Les deux prédicteurs pouvant entrer dans le modèle de manière à atteindre chacun le seuil de significativité et à respecter les critères en matière de colinéarité, sont les échelles

d'habiletés de conduite générales et le niveau de difficultés rapporté à l'échelle H de ACR-E, parvenant ensemble à rendre compte de 43% de la variance de l'échelle d'évitement, indiquant un effet de grande taille, $F(2,48) = 17.06, p < .001, R^2 = .43$.

Prédicteurs des comportements autorégulateurs chez les aînés

Avec les prédicteurs ainsi identifiés, des analyses de régression ont été menées afin de parvenir au meilleur modèle de prédiction. Pour être inclus au modèle, le prédicteur ne devait pas générer de colinéarité et devait atteindre le seuil de significativité de manière indépendante. En expliquant 49 % de la variance de l'échelle d'évitement, le modèle explicatif de l'échelle d'évitement se compose des prédicteurs suivants : l'échelle Habiletés de conduite général, l'échelle H de l'ACR-E et le score d'Empan indirect, $F(3,48) = 14.61, p < .01, R^2 = .49$.

Discussion

La présente étude avait d'abord l'objectif d'évaluer la propension des conducteurs âgés à avoir recours aux stratégies d'évitement des situations de conduite exigeantes et d'identifier certaines variables impliquées dans leur mise en oeuvre. D'après les résultats, les stratégies d'évitement les plus couramment employées sont dans l'ordre, la conduite par mauvais temps, la conduite de nuit et la conduite aux heures de pointe. Ces conclusions sont parfaitement congruentes avec les résultats de Charlton et collaborateurs (2006) qui confirment une prévalence élevée de l'évitement de ces trois situations de conduite spécifiques. Un autre objectif était de vérifier l'implication des

facteurs neuropsychologiques, de façon à vérifier si le fait de détenir de moindres habiletés visuo-attentionnelles est associé à un recours aux stratégies d'évitement supérieur. Les résultats sont en mesure de confirmer cette hypothèse pour les mesures d'empan indirect et total de l'épreuve des Blocs de Corsi, le TMT B et l'UFOV. Considérant les sous-tests corrélant avec l'échelle globale d'évitement, il appert que les tendances d'évitement des situations plus exigeantes sont plus marquées chez les aînés dont les capacités relatives à la mémoire de travail non verbale, l'attention sélective et divisée, la vitesse de traitement et la flexibilité mentale, sont évaluées à un niveau inférieur. Ces premières constatations permettent de corroborer les conclusions de certains travaux récents indiquant que les conducteurs âgés présentant des difficultés visuo-attentionnelles et étant donc, davantage à risque de collisions, sont précisément ceux qui optent pour un style de conduite plus prudent (Ball, et al., 1998; Daigneault et al., 2002; Okonkwo et al., 2008; Stutts et al., 1998). Comme le déclin cognitif lié au vieillissement normal est l'un des facteurs important dans l'augmentation du risque routier chez les aînés, ces résultats sont rassurants.

Un autre objectif était de vérifier l'implication des perceptions subjectives des individus à l'égard de leurs habiletés de conduite, de leurs attitudes affectives et de leur perception de contrôle à l'endroit des situations de conduite complexes ou risquées. D'abord, l'hypothèse d'un lien entre les comportements autorégulateurs et l'autoévaluation des habiletés de conduite générales est confirmée. En effet, les résultats montrent que les conducteurs qui tendent à dévaluer ses habiletés de conduite sont également plus enclins à l'évitement des situations de conduite exigeantes. En outre, les conducteurs qui expriment avoir moins de contrôle et des attitudes plus défavorables à l'endroit des

situations de conduite complexes ou risquées, disent également adopter davantage de comportements routiers d'évitement.

Enfin, le dernier objectif était d'évaluer l'influence de certaines variables démographiques, comme l'âge, le niveau de santé et le genre sur la propension à adopter des comportements routiers d'évitement. Ni l'âge ni le niveau de santé n'ont été associés aux tendances d'évitement. À quatre niveaux, la mesure employée pour évaluer l'état de santé était probablement trop peu précise pour révéler les différences entre individus. De même, d'autres mesures plus sensibles auraient pu être employées, telle la liste détaillée des médicaments pris régulièrement.

Au contraire des études antérieures qui indiquent que les femmes âgées ont davantage recours aux stratégies d'adaptation que les hommes (Audet & D'amours, 2002; Charlton et al., 2006; D'Ambrosio et al. 2008), aucune différence intersexe n'a été constatée sur le score global d'évitement. Ce résultat est d'autant plus étonnant que les femmes de l'échantillon perçoivent en parallèle un niveau de contrôle inférieur en situations de conduite plus complexes ou risquées. Les résultats s'avèrent donc peu congruents avec l'hypothèse suggérant que les femmes âgées sont de grandes utilisatrices de stratégies d'évitement parce qu'elles manquent de confiance en leurs habiletés (Oxley et al., 2010). En effet, de nombreux auteurs suggèrent que le manque de confiance des femmes les incite à autoréguler davantage leur conduite, et que ce manque de confiance découle lui-même d'une exposition de conduite inférieure à celles habituellement évaluée chez les hommes (Hakamies-Blomqvist & Sirén, 2003). Or, à l'exception de la différence intersexe retrouvée sur la perception de contrôle en situations de conduite complexes ou

risquées (échelle H de l'ACR-E) et d'un effet tendanciel du genre sur les attitudes affectives associées à ces mêmes situations (échelle A de l'ACR-E), les conductrices détiennent le même type de profil que leur contrepartie masculine. En particulier, leur expérience, leur exposition de conduite et leur autoévaluation de leurs habiletés de conduite générales sont équivalentes voire supérieures à celles des hommes, autant de similitudes qui pourraient expliquer l'absence de différences en regard des tendances d'évitement. Les résultats semblent d'autre part indiquer que le faible contrôle perçu par les femmes âgées à l'égard de leurs habiletés en situations complexes ou risquées, se révèle comme une caractéristique assez stable chez elles. En plus de corroborer l'existence de cette perception chez les conductrices âgées (D'Ambrosio et al., 2008; Hakamies-Blomqvist & Sirén, 2003), les présents résultats suggèrent en outre, que ce trait est présent même chez les conductrices plus expérimentées et conduisant plus fréquemment. Le domaine de la conduite automobile ayant longtemps été réservé aux hommes, il est possible que les femmes âgées tendent à intégrer certains des préjugés ou normes défavorables circulant à leur égard. Cela étant dit, les résultats indiquent par ailleurs l'existence d'une différence intersexe relativement à une situation spécifique, en démontrant que les femmes évitent davantage de conduire sur de longues distances, un constat conforme aux conclusions D'Ambrosio et collaborateurs (2008). Par ailleurs, les résultats indiquent que les femmes rapportent davantage l'évitement de conduite sur de longues distances par rapport aux hommes, ce qui permet à tout le moins de conforter les conclusions sur la forte prévalence des tendances autorégulatrices des femmes âgées, au moins en ce qui a trait à certaines situations spécifiques.

Les dernières analyses visant à identifier les meilleurs prédicteurs du recours aux stratégies autorégulatrices indiquent une contribution particulière du score d'Empan envers estimant les capacités de la mémoire de travail, de l'échelle Habilitéés de conduite générales et de l'échelle H de l'ACR-E. En ce qui concerne les prédicteurs cognitifs, c'est en effet le test des Blocs de Corsi qui s'est révélé le meilleur prédicteur. Il semble donc que le déclin de la mémoire de travail visuospatiale, une structure de la plus haute importance dans le traitement des tâches complexes non verbales, s'accompagne de stratégies compensatoires de conduite. Ce test étant absent des principaux travaux dans le domaine de la sécurité routière, il serait dès lors très pertinent de l'intégrer aux futurs protocoles de recherche. En plus des résultats précédents, les résultats sont cohérents avec les prédictions de la théorie du comportement planifié. Ainsi, les stratégies individuelles sont non seulement ajustées au déclin cognitif attentionnel, mais sont également adaptées aux perceptions subjectives des conducteurs à l'égard de leur niveau d'habiletés et de leur perception de contrôle.

Étant basés sur des variables subjectives ou indirectement liées aux habiletés de conduite, les résultats obtenus ici ne permettent toutefois pas de vérifier si les stratégies d'évitement sont bien ajustées aux difficultés réellement rencontrées sur la route. Des études sont encore nécessaires afin d'évaluer le niveau d'harmonisation entre les perceptions subjectives des individus âgés et leurs habiletés réelles, telles qu'évaluées sur la route, ou leur bilan routier. Une autre limite de l'étude est son échantillonnage. Le recrutement sur la base volontaire a pu contribuer à affaiblir la participation de conducteurs très âgés et de santé plus fragile. Le fait que les participants devaient se déplacer jusqu'au laboratoire a également certainement contribué à réduire la

représentativité et à favoriser la formation d'un échantillon d'aînés plus performants que la moyenne.

D'autre part, ce genre d'études possède des applications évidentes pour la préservation de la mobilité des personnes âgées. Une évaluation neuropsychologique apparaît appropriée pour estimer les déficits ou faiblesses d'ordre cognitif et la propension ou la capacité qu'ont les individus à les compenser. En ce sens, l'exploration des stratégies adaptatives devrait faire part intégrante de l'évaluation clinique de la conduite automobile sécuritaire, de manière à compléter les résultats de l'évaluation cognitive. Comme l'indiquent Baldock et coll. (2006), les individus à haut risque pourraient être identifiés, informés de leurs limitations et encouragés à réguler leur conduite par l'évitement des situations les plus exigeantes. Étant donné que les individus sains ont déjà tendance à s'autoréguler, la tâche reviendrait surtout à renforcer les stratégies existantes.

Il est néanmoins de première importance de poursuivre les recherches afin de déterminer l'efficacité des stratégies de conduite adaptatives. Il est évident que les recherches sur les conducteurs vulnérables doivent continuer en ce sens, afin d'embrasser une perspective plus large faisant autant de place aux capacités et au potentiel adaptatif des individus qu'à leurs déficits (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000), et ce, de manière à décloisonner les champs d'études traditionnels sur les habiletés et le style de conduite (Reason, Manstead, Stradling, Baxter, & Campbell, 1990).

Références

- Audet, T., & D'amours, M. (2002). *Étude des stratégies d'adaptation des automobilistes âgés en fonction de l'âge, du milieu de résidence, du sexe et des habiletés cognitives*. Rapport de recherche, Université de Sherbrooke, 266 p.
- Ajzen I. (1991). The theory of planned behaviour. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Baldock, M. R. J., Mathias, J. L., McLean, A. J., & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 1038-1045.
- Ball, K., Owsley, C., Sloane, M. E., Roenker, D. L., & Bruni, J. R. (1993). Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 34(11), 3110-3123.
- Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D. L., Sloane, M. E., & Graves, M. (1998). Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 313-322.
- Ball, K. K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D., Roth, D. L., McGwin, G., et al. (2006). Can High-Risk Older Drivers Be Identified Through Performance-Based Measures in a Department of Motor Vehicles Setting? *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(1), 77-84.
- Ball, K., & Rebok, G. W. (1994). Evaluating the driving ability of older adults. *Journal of Applied Gerontology*, 13(1), 20-38.
- Bieliauskas, L. A. (2005). Neuropsychological assessment of geriatric driving competence. *Brain Injury*, 19(3), 221-226.

- Charlton, J. L., Oxley, J., Fildes, B., & Les, M. (2001). *Self-regulatory behaviour of older drivers*. Paper presented at the Road Safety Research, Policing and Education Conference, Melbourne, Victoria, Australia.
- Charlton, J., Oxley, J., Fildes, B., Oxley, P., Newstead, S., O'Hare, M., & Koppel, S., (2003). *An investigation of self-regulatory behaviours of older drivers*. Repéré à <https://www.monash.edu.au/muarc/reports/muarc208.html>
- Charlton, J. L., Oxley, J., Fildes, B., Oxley, P., Newstead, S., Koppel, S., & O'Hare, M., (2006). Characteristics of older drivers who adopt self-regulatory driving behaviours. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(5), 363-373.
- Chicherio, C. (2006). « Contrôle exécutif et réseaux neurofonctionnels au cours du vieillissement normal: Un test de l'hypothèse de dé-différenciation cognitive ». Thèse de doctorat en ligne, Genève, Université de Genève, 439 p. Repéré à <http://archive-ouverte.unige.ch/downloader/pdf/tmp/fcd57lgru7rl6bt9jh79p67qs6/out.pdf>
- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstracts International*, 34 (02), 891 p.
- Daigneault, G., Joly, P., Frigon, J. Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology: Official Journal of the International Neuropsychological Society*, 24(2), 221-238.
- D'Ambrosio, L. A., Donorfio, L. K. M., Coughlin, J. F., Mohyde, M., & Meyer, J. (2008). Gender Differences in Self-Regulation Patterns and Attitudes Toward Driving Among Older Adults. *Journal of Women & Aging*, 20(3), 265 - 282.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). Can strategic and tactical compensation reduce crash risk in older drivers? *Age & Ageing*, 29(6), 517-521.

- Gabaude, C., Marquié, J.-C., & Obriot-Claudé, F. (2010). Self-regulatory driving behaviour in the elderly: relationships with aberrant driving behaviours and perceived abilities. *Le Travail Humain, 73(1)*, 31-52.
- Hakamies-Blomqvist, L. & Siren, A. (2003). Deconstructing a Gender Difference: Driving Cessation and Personal Driving History of Older Women. *Journal of Safety Research, 34(4)*, 383-388.
- Hakamies-Blomqvist, L., & Wahlström, B. (1998). Why do older drivers give up driving? *Accident Analysis & Prevention, 30(3)*, 305-312.
- Joly, P., & Bergeron, J., (1997). Manuel d'administration et d'interprétation du Questionnaire ACR (version E). Université de Montréal, 25 p.
- Joly, P., & Brouwer, W. H., (1998). Troubles visuels et attentionnels des conducteurs âgés, habitudes de conduite et risque d'accident. Publication # 98-03 du Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal. 52 pp.
- Lindstrom-Forneri, W., Tuokko, H., & Rhodes, R. E. (2007). Getting Around Town : A Preliminary Investigation of the Theory of Planned Behavior and Intent to Change Driving Behaviors Among Older Adults. *Journal of Applied Gerontology, 26(4)*, 385-398.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (1998). Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers. *Accident Analysis & Prevention, 30(3)*, 371-377.
- Lyman, S., Ferguson, S. A., Braver, E. R., & Williams, A. F. (2002). Older driver involvements in police reported crashes and fatal crashes: trends and projections. *Injury Prevention, 8(2)*, 116-120.

- Mapstone, M., Rosler, A., Hays, A., Gitelman, D. R., & Weintraub, S. (2001). Dynamic allocation of attention in aging and Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, 58(9), 1443-1447.
- Michon, J. A. (1979). *Dealing with danger* (Traffic Safety Research Center, Report No. VK-79-1). Groningen, Université de Groningen.
- Michon, J. A. (1985). A critical review of driver behavior models: What we do know, what should we do? In L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), *Human behavior and traffic safety*. New York: Plenum.
- Odenheimer, G. L., Beaudet, M., Jette, A. M., Albert, M. S., Grande, L., & Minaker, K. L. (1994). Performance-Based Driving Evaluation of the Elderly Driver: Safety, Reliability, and Validity. *Journal of Gerontology*, 49(4), 153-159.
- Okonkwo, O. C., Crowe, M. G., Wadley, V. G., Ball, K. K. (2008). Visual attention and self-regulation of driving among older adults. *International Psychogeriatrics*, 20(1), 162-173.
- Owsley, C., Ball, K., Sloane, M. E., Roenker, D. L., & Bruni, J. R. (1991). Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychology & Aging*, 6(3), 403-415.
- Oxley, J., Charlton, J., Scully, J., & Koppel, S. (2010). Older female drivers: An emerging transport safety and mobility issue in Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 515-522.
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: a real distinction? *Ergonomics*, 33(10-11), 1315-1332.
- Reitan, R., M., & Wolfson, D., (1985). The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Therapy and clinical interpretation, Neuropsychological Press, Tucson, AZ.

- Richer, I. (2009). L'usage de cannabis et l'insécurité routière : étude par questionnaires et observations sur simulateur de conduite. Thèse de doctorat en psychologie, Université de Montréal, Québec, Canada, 279 p.
- Richardson, E.D., & Marottoli, R.A. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 58(8), 18-22.
- Rogé, J., Pebayle, T., Campagne, A. I., & Muzet, A. (2005). Useful Visual Field Reduction as a Function of Age and Risk of Accident in Simulated Car Driving. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 46(5), 1774-1779.
- Rudman, D. L., Friedland, J., Chipman, M., Sciortino, P. (2006). Holding on and letting go: the perspectives of pre-seniors and seniors on driving self-regulation in later life. *Canadian Journal on Aging*, 25(1), 65-76.
- Rumar, K. (1990). The basic driver error: late detection. *Ergonomics*, 33(10-11), 1281-1290.
- Stutts, J. C., Stewart, J. R., & Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 337-346.
- Tétreault, M. (1998). « Effets de l'âge et de la perception des capacités sur les comportements des conducteurs », Mémoire de maîtrise, Montréal, Université de Montréal, 140 p.
- Vance, D. E., Roenker, D. L., Cissell, G. M., Edwards, J. D., Wadley, V. G., & Ball, K. K. (2006). Predictors of driving exposure and avoidance in a field study of older drivers from the state of Maryland. *Accident Analysis & Prevention*, 38(4), 823-831.

Discussion générale

Discussion générale

Le premier chapitre a permis d'identifier les principaux enjeux relativement à la conduite automobile sécuritaire des aînés, notamment à l'égard du rôle du vieillissement cognitif normal dans le déclin des habiletés de conduite, dans le changement des comportements routiers, et de la délicate question de l'identification des conducteurs à risque de collisions.

Cette section présente une discussion générale des résultats des deux articles de la thèse en regard de leurs objectifs respectifs et à la lumière des résultats obtenus dans les études antérieures dans le domaine. Les résultats ayant ainsi été inscrits dans une perspective plus large, il s'agira maintenant de dégager les principaux apports de la thèse dans le champ de connaissances lié à l'application de la neuropsychologie dans la prédiction des habiletés et des comportements routiers sécuritaires chez les aînés. Ensuite, des suggestions seront proposées afin d'adapter les interventions destinées aux conducteurs vieillissants. Cette section se clôturera par une réflexion à l'égard des limites propres aux deux études, et sur quelques suggestions pour les recherches futures.

Principaux résultats obtenus en regard des objectifs et hypothèses de la thèse et comparaison avec les études antérieures

L'objectif principal de l'article 1 était ainsi d'évaluer et de comparer, au sein d'un échantillon de conducteurs âgés issus de la population générale, la contribution respective de l'âge et de certaines mesures neuropsychologiques dans la prédiction des

temps de détection périphérique, une habileté de base intrinsèquement liée aux réponses au danger et au risque de collisions (Rumar, 1990). En effet, les conducteurs âgés de la population générale cumulent souvent une expérience de conduite de plusieurs dizaines d'années. Ainsi, les problèmes qu'ils rencontrent sur la route ne s'expliquent pas tant en termes d'habiletés, mais du fait qu'ils perdent progressivement la vitesse nécessaire pour détecter à temps aux dangers et à y réagir. Comme les défauts de détection, en l'occurrence le fait de n'avoir pas vu ou de n'avoir pas vu à temps, sont accrus en présence d'une distraction, l'étude 1 avait pour but d'évaluer et comparer la force des associations entre les tests neuropsychologiques mesurant l'attention, la mémoire de travail et ses composantes et la vitesses de détection non seulement à travers une condition simple de conduite, mais également en condition de conduite imposant une distraction verbale au conducteur. Dans un deuxième temps, l'étude 1 entendait vérifier les relations existant entre les scores neuropsychologiques et l'effet de distraction occasionné par la tâche verbale sur les temps de détection périphérique, se traduisant en termes d'une hausse des temps de détection. Le deuxième objectif principal était d'évaluer la contribution de l'âge sur les mêmes variables dépendantes. La première hypothèse suggérait que la contribution du facteur de l'âge sur les variables dépendantes soit minime voire nulle et que celle des prédicteurs neuropsychologiques soit modérée.

Conformément aux hypothèses, les résultats démontrent d'abord que les temps de détection ne sont pas liés à l'âge, tant en tant que variable continue et intragroupe qu'intergroupe, et ce, indépendamment de la condition de conduite. Les méthodologies employées dans les études antérieures étant passablement différentes et étant donné leur faible nombre, les comparaisons avec les études antérieures sont par ailleurs peu

éloquentes. De fait, Shinar et ses collègues (2005) ont publié une étude relativement comparable en ce qu'elle consiste à tester les différences d'âge sur la vitesse moyenne de détection périphérique par le biais de conditions de conduite simple et avec distraction sur simulateur. À l'inverse des présents résultats, l'étude conclue cependant à l'augmentation des vitesses moyennes de détection (moyenne calculée à partir des latences obtenues dans les deux conditions de conduite) avec l'âge. Ceci dit, leur étude ne traite pas l'âge en tant que variable continue et porte sur une comparaison entre groupes issus de générations très distinctes (18 ans vs 30-33 ans vs 60-71 ans).

Ces résultats apportent donc un nouvel éclairage sur la contribution de l'âge dans la prédiction des performances enregistrées sur simulateur. En effet, la plupart des études en simulation de conduite visant à évaluer les effets d'âge sur les performances individuelles en conditions simples et de distraction l'ont fait jusqu'à présent, par le biais de comparaisons intergroupes, et souvent, à l'aide de groupes d'âge extrêmes. C'est le cas par exemple, de travaux concluant notamment que les aînés, par rapport à de jeunes conducteurs, ont dans ces deux conditions de conduite, des temps de freinage supérieurs (Strayer et al., 2004), un moindre contrôle de leur vitesse de route (Shinar et al., 2005), une vitesse moyenne de conduite inférieure (Horberry et al., 2006), ainsi que des lacunes au niveau de la précision et la rapidité de la détection des signaux routiers (McPhee et al., 2004).

L'article 1 permet d'autre part de confirmer l'existence de relations d'association de niveau modéré à élevé entre les temps de détection et les scores obtenus à certains des tests neuropsychologiques sélectionnés. Ainsi, dans la condition de conduite simple, les

temps de détection sont bien prédits par les tests Blocs de Corsi-empan indirect, Code et Copie de symboles. Dans la condition de conduite avec distraction verbale, les latences de détection sont bien estimées par les épreuves Copie de symboles, UFOV, Code, Blocs de Corsi-empan indirect, et d2. D'emblée, les résultats permettent d'observer que les analyses se référant à la situation de distraction font observer davantage de liens de prédiction entre les tests et les temps de détection, pour laquelle, le pourcentage de variance expliquée par les tests est également globalement supérieur. En l'occurrence, le modèle de prédiction parvient à expliquer 30 % de la variance de la vitesse de détection dans la situation de distraction par rapport à 20 % dans la situation de conduite simple, une différence non négligeable. Ces résultats permettent non seulement de confirmer l'hypothèse initiale prévoyant que la relation de prédiction soit plus forte en situation de conduite complexe, mais de même, d'apporter un appui empirique aux intuitions de Bieliauskas (2005), à l'effet que la valeur prédictive des tests cognitifs puisse augmenter avec le niveau de difficulté de la tâche de conduite. Dans le cas présent, ce n'est pas tant la tâche de conduite en elle-même, sinon que la tâche verbale qui contribue à faire augmenter la demande cognitive de cette condition de conduite.

Concernant les retombées d'ordre clinique, l'article 1 permet de conclure à la validité écologique de trois tests, pour leur valeur prédictive de la vitesse de détection périphérique sur simulateur de conduite. Il s'agit du sous-test Blocs de Corsi-empan indirect (WMS-III), du sous-test Code (WAIS-III) et de la variante adaptée du sous-test Copie de symboles (WAIS-III). En premier lieu, la contribution de la mesure de la mémoire de travail spatiale est intéressante en soi pour son caractère original. La composante de mémoire à court terme du test des Blocs de Corsi n'étant pas associée

aux temps de détection sur simulateur, les résultats de l'étude 1 confirment d'ailleurs clairement la contribution de la mémoire de travail dans l'explication de la variance de la rapidité de détection périphérique. Il appert de même que ce test détient une bonne valeur prédictive de la vitesse de détection dans les deux conditions de conduite, même si celle-ci diminue légèrement en condition exigeante. L'association mise en évidence pourrait refléter l'implication de l'administrateur central et le calepin visuospatial, reconnus respectivement pour leur rôle dans le contrôle et l'attribution des ressources attentionnelles, le maintien et le rafraîchissement des informations visuospatiales. En effet, la tâche de simulation requérait le traitement d'un grand nombre d'informations visuospatiales en constante évolution, ce dans différentes portions du champ visuel. À notre connaissance, le rôle de la mémoire de travail dans la conduite automobile sécuritaire n'avait jamais été exploré et confirmé spécifiquement, si ce n'est dans l'étude de Guerrier et collaborateurs (1999). Ces auteurs démontrent de fait que les individus ayant un meilleur rendement en calcul mental, une tâche fortement dépendante des capacités de la mémoire de travail, attendent plus longuement avant d'entreprendre un virage à gauche, ce qui leur permet de s'insérer dans un interstice plus large et plus sécuritaire selon les auteurs. Étant donné l'absence de composante verbale dans la tâche de conduite, il est probable que l'association objectivée dans cette étude rende compte de l'implication de l'administrateur central, dans le traitement des distances et de la vitesse de déplacement des véhicules, notamment. Ces résultats invitent donc les chercheurs à faire l'étude du rôle de la mémoire de travail dans la conduite automobile sécuritaire.

De même, le test conçu pour les besoins de l'étude à partir de l'épreuve de Copie de symboles a également su prouver sa validité écologique dans la prédiction de la vitesse de détection périphérique chez les conducteurs âgés. À la manière d'une double-tâche, cette épreuve avait été développée afin de mesurer les capacités de *multitasking* (attention divisée), la flexibilité mentale, la sensibilité à l'interférence, des concepts relativement proches voire interchangeable selon le cadre conceptuel employé, qui peuvent tous être rapprochés du concept de mémoire de travail. En effet, les tests psychométriques de cette nature sont à notre connaissance, quasi inexistantes, et il s'avérait intéressant d'en créer une. Étant le test qui partageait d'emblée, le plus de similitudes avec la tâche de détection en condition de distraction verbale, sa contribution, particulièrement forte dans cette situation de conduite spécifique, n'est pas étonnante. D'après l'analyse des processus communs au test et aux tâches de conduite, il semble donc que le test mesure bien ce qu'il devait mesurer et en ce sens, s'avère de bonne valeur prédictive. Cette variante du test de la WAIS-III pourrait donc faire l'objet d'études permettant d'évaluer ses diverses qualités psychométriques et éventuellement, être intégrée aux pratiques des neuropsychologues.

Les associations entre la vitesse de détection sur simulateur et le rendement au test Code de la batterie d'efficacité intellectuelle de Wechsler revêtent également un caractère original. Le test avait été sélectionné pour sa grande sensibilité aux atteintes cérébrales même dans le cas des plus subtiles, et au vieillissement normal (Lezak, Howieson, & Loring, 2004), de même que pour son rapprochement avec la tâche de conduite. En effet, la performance au test repose sur des habiletés de coordination rapides de processus visuels, spatiaux et moteurs, mais également sur la composante générale de la vitesse de

traitement de l'information (Lezak et al., 2004; Wechsler, 1997). À notre connaissance, la seule étude effectuée sur ce sujet indique des différences marginales ($p = .051$) entre un groupe de conducteurs âgés arrêtés par la police suite à une collision et un groupe de conducteurs arrêtés pour d'autres motifs (Lundberg et al., 1998).

Par ailleurs, les résultats révèlent des associations entre la vitesse de détection et les tests UFOV et d2, mais seulement en situation de conduite avec distraction et pour l'UFOV seulement, avec les effets de distractions individuels. Il est probable que l'augmentation du niveau de difficulté ait permis d'augmenter le rôle des processus reposant sur des traitements contrôlés et non automatiques. En dépit des nombreux articles qui le dépeignent comme l'un des meilleurs prédicteurs des habiletés de conduite chez le conducteur âgé, le test UFOV ne s'est pas révélé comme le meilleur prédicteur de l'étude (Ball et al., 1993, 2006; Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist, & Johansson, 1998 ; Mapstone, Rosler, Hays, Gitelman, & Weintraub, 2001; Stutts et al., 1998). Ceci dit, ce constat est assez intéressant pour les cliniciens, car ce test informatisé est assez coûteux et donc peu répandu. Il importe de noter par ailleurs, qu'un certain nombre d'études visant à prouver la validité écologique de l'UFOV dans la conduite automobile sécuritaire, a été réalisé par les concepteurs mêmes du dit test et qu'en cela, les conclusions se prononçant sur ses qualités psychométriques doivent être évaluées avec prudence. Il demeure que les résultats ayant été significatifs relativement au test UFOV sont compatibles avec ceux d'un bon nombre d'études antérieures. De manière plus spécifique, les présents résultats corroborent en outre, les liens d'association entre le score obtenu à l'UFOV et la vitesse de détection mis en évidence dans les travaux de Chapparro et collaborateurs (2001) (cités par Roenker et al., 2003). Leur étude sur

simulateur démontre en effet que les individus âgés obtenant des performances extrêmement inférieures à la moyenne ont davantage de difficultés à détecter les cibles périphériques et à y réagir comparativement aux individus dont les scores sont dans les normes. On peut cependant s'interroger sur l'absence de lien entre le score à l'UFOV et la vitesse de détection en situation simple de conduite, étant donné la proximité des deux tâches. Ceci dit, les résultats sont tout de même légèrement tendancieux. L'augmentation de la puissance statistique, notamment par l'ajout de participants, aurait probablement permis d'accentuer la force des associations entre le score de l'UFOV et les temps de détection en situation de conduite simple. Les résultats relatifs à l'association significative entre l'UFOV et le pourcentage d'augmentation des temps de détection, sont d'autre part, parfaitement originaux en soi, aucune étude n'ayant encore testé la sensibilité à la distraction en tant que performance individuelle, et donc encore moins, son lien avec les tests neuropsychologiques.

Le test d2, un test de barrage de cibles mesurant autant les capacités d'attention sélective que divisée, a également été associé aux vitesses de détection en situation de distraction. Bien qu'aucune étude ne l'ait encore sélectionné à notre connaissance, un travail avait confirmé l'existence de relations modérées à fortes entre différentes habiletés de conduite et un test de barrage (Richardson & Marottoli, 2003), lesquels permettent d'appuyer les présents résultats.

En ce qui concerne les résultats relatifs aux tests TMT et Stroop, ceux-ci n'ont révélé aucune corrélation significative avec la tâche de détection sur simulateur de conduite. Ces résultats sont surprenants, le Stroop et le TMT ayant été précisément

choisis pour leur similarité avec la tâche de détection et les conditions de sa passation. Ces tests sont en effet utilisés afin d'évaluer les performances en situations d'attention contrôlée, d'interférence et lorsque deux tâches doivent être effectuées en alternance. Les résultats sont également peu cohérents avec les données de la littérature indiquant une bonne validité écologique du Stroop (Daigneault et al., 2002) et, en particulier, du TMT, (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Lundberg et al., 1998; Odenheimer, 1994; Richardson & Marottoli, 2003; Stutts et al., 1998) dans la prédiction de différentes variables liées à la conduite automobile.

Selon les résultats, les tests effectuant les meilleures prédictions des temps de détection périphérique sont en somme, des mesures de l'efficacité de l'administrateur central de la mémoire de travail, d'attention divisée et sélective, de la vitesse de traitement et de la coordination visuomotrice. En effet, les associations qu'ils présentent avec les temps de détection sont significatives dans les conditions de conduite simple et de distraction. Les constatations à ce sujet s'avèrent d'abord cohérentes avec les connaissances théoriques sur les processus mis en jeu lors des multitâches. En effet, les théories de la capacité suggèrent l'implication d'une instance cognitive chargée de fractionner et distribuer les ressources attentionnelles. D'après certains auteurs, l'administrateur central de la mémoire de travail pourrait jouer ce rôle. De même, ces conclusions sont cohérentes avec les théories du vieillissement cognitif normal qui suggèrent que l'efficacité de la mémoire de travail (Chicherio, 2006) et la vitesse de traitement (Salthouse, 1996) entre autres, contribuent pour une bonne part à expliquer les effets d'âge dans les performances cognitives des personnes âgées.

En dépit des précédents résultats confirmant une plus grande susceptibilité aux défauts de détection chez les individus détenant de moindres scores sur les mesures attentionnelles, de la vitesse de traitement et de la mémoire de travail, la rareté des collisions et les observations qualitatives de la vitesse des conducteurs sèment pourtant le doute quant à la vulnérabilité réelle de ces individus. Les vitesses moyennes privilégiées par l'ensemble des conducteurs étant très faibles par rapport à la limitation imposée, les risques de collision pourraient avoir été contrôlés. À ce sujet, le constat relativement à la faiblesse de la vitesse de conduite est tout à fait compatible avec les données de la littérature quant au style et habitudes de conduite des aînés. Selon cette littérature, les individus âgés tendent en effet à réduire leur vitesse de conduite de manière à réguler leur charge cognitive à un niveau acceptable lorsque les conditions de conduite deviennent exigeantes, comme le démontrent Horberry et ses collègues (2006) en condition de distraction verbale (conversation téléphonique et utilisation de la radio), en condition de haute densité visuelle (distraction visuelle) et en présence d'obstacles sur la route (*ie.* passage d'un piéton, voiture accidentée) et dans lesquelles les vitesses de conduite des conducteurs âgés diminuent davantage que celles des jeunes comparativement à une condition de base. Michon (1979, 1985) suggère à ce propos, un système à trois niveaux hiérarchiques (paliers opérationnel, tactique et stratégique) modélisant les processus adaptatifs, et conceptualise l'ajustement de la vitesse de conduite en termes d'adaptation de type tactique ou stratégique selon le moment où le choix de ralentir est effectué. En ce sens, l'article 1 révèle la présence d'une importante tendance à privilégier une basse vitesse, qui, tout en étant très inférieure à la limite autorisée, ne semble pas varier en fonction de la condition de conduite et donc, du

niveau de difficulté. Cette observation porte à croire que les conducteurs ont procédé à un ajustement autorégulateur de type stratégique, car il n'est pas proportionnellement associé au degré de difficulté de la tâche.

L'article 2 avait donc pour objectif principal de vérifier chez les conducteurs âgés sains, l'existence d'une association entre les faiblesses cognitives liées aux vieillissement normal et telles que mesurées par une sélection de tests neuropsychologiques des fonctions attentionnelles, de la vitesse de traitement et de la mémoire de travail, et la propension à faire usage de comportements adaptatifs de type stratégique, en l'occurrence, les stratégies d'évitement des situations de conduite exigeantes. N'ayant reçu encore que très peu de réponses sur le plan empirique, cette question semble cruciale dans la compréhension des liens entre les facteurs cognitifs et la conduite automobile sécuritaire des aînés et dans l'élaboration d'interventions efficaces et adaptées.

Relativement aux données recensées dans la littérature indiquant une prévalence de l'ordre de 6 à 80 % quant à l'utilisation des stratégies d'évitement chez les aînés (Ball et al., 1998; Charlton et al., 2006; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Hakamies-Blomqvist & Wahlström, 1998; Oxley et al., 2010), les résultats de l'étude 2 sont indicateurs d'une forte prévalence de ce type de stratégies. D'après les réponses auto-rapportées par les 50 conducteurs de l'échantillon, le pourcentage des conducteurs indiquant éviter « souvent » ou « toujours » est de 62% pour la conduite par mauvais temps, 42% pour la conduite de nuit, 22% pour la conduite aux heures de pointe, et 20% lorsqu'il s'agit de conduire dans un centre-ville achalandé ou inconnu. Les situations les

moins évitées sont en revanche la conduite sur autoroute (2%) et les changements de voie sur l'autoroute (2%). Ainsi, l'article 2 permet de corroborer les résultats de Charlton et ses collègues (2006) indiquant également une forte prévalence de ces stratégies d'évitement spécifiques, soit la conduite par mauvais temps, la conduite de nuit et la conduite aux heures de pointes. Il semble en outre que la conduite sur autoroute ne soit pas particulièrement redoutée par les conducteurs de l'échantillon, un constat qui coïncide avec les résultats de Baldock et ses collègues (2006) démontrant en effet que cette situation est la deuxième moins évitée chez les conducteurs âgés (82,7% répondent ne jamais l'éviter), juste après le fait de conduire seul. Il semble donc que la nécessité d'adopter une vitesse élevée sur l'autoroute ne soit pas une composante problématique pour les conducteurs âgés, probablement du fait de leur longue expérience et de leur sentiment de bien contrôler cette situation. Une analyse par item de l'ACR-E permet d'autre part d'indiquer que les conducteurs de l'échantillon perçoivent effectivement un niveau de contrôle globalement élevé à l'égard de leur conduite sur l'autoroute. Ces données sont enfin congruentes avec les données d'un rapport de la SAAQ traitant notamment de la faible prévalence des collisions des aînés sur l'autoroute, comparativement par exemple au taux de collisions survenant aux intersections (Bordeleau, 2007).

Un autre objectif était de vérifier la contribution du déclin attentionnel et de la mémoire de travail habituellement observable et mesurable chez les personnes vieillissantes dans la propension à adopter des stratégies d'évitement des situations de conduite exigeantes. En d'autres termes, il s'agissait de vérifier si le fait de détenir de moindres scores neuropsychologiques était associé à une plus forte tendance à éviter les situations de

conduite complexes. Les résultats sont en mesure de confirmer cette hypothèse pour les deux mesures d'empan des Blocs de Corsi de la batterie MEM-III, le TMT B et l'UFOV. Considérant les sous-tests ayant corrélé avec ces comportements autorégulateurs, il est donc confirmé que la perte d'efficacité des capacités de la mémoire à court terme et de la mémoire de travail spatiale, de même que la dégradation des fonctions d'attention sélective et divisée, de la vitesse de traitement et de flexibilité mentale s'accompagne d'une augmentation des tendances d'évitement sur la route. Ces premiers résultats permettent de corroborer les conclusions de certains travaux indiquant que les conducteurs âgés présentant des faiblesses visuo-attentionnelles sont précisément ceux qui adaptent leurs habitudes de conduite de manière à faire davantage acte de prudence (Ball, et al., 1998; Daigneault et al., 2002; Okonkwo et al., 2008; Stutts et al., 1998). Les résultats concernant l'UFOV sont par exemple tout à fait cohérents avec les résultats de Ball et collaborateurs (1993) indiquant un évitement des situations exigeantes supérieur variant négativement avec le score à l'épreuve informatisée. Les données diffèrent cependant quelque peu des résultats de Audet et D'amours (2002) qui ne retrouvent qu'une association entre le temps de réponses au TMT A et le degré auquel les conducteurs âgés de leur échantillon ont recours aux stratégies adaptatives parmi une batterie de tests d'attention, de temps de réaction et de mémoire. Rappelons que les résultats de la thèse montrent une association entre le recours aux stratégies et le TMT B, mais pas avec le TMT A. Les présents résultats ne soutiennent conséquemment pas l'hypothèse défendue par Marottoli et Richardson (1998), selon laquelle, en présence de défauts cognitifs subtils, en d'autres termes, en dehors de déficits francs et pris en charge par des professionnels de la santé, les individus ne pourraient pas s'adapter adéquatement. En effet, certains auteurs proposent que les conducteurs âgés ont des

difficultés à faire une bonne autoévaluation de leurs habiletés de conduite (Marottoli & Richardson, 1998). Notons cependant que ce sujet de recherche est récent et que les données sont encore rares et rudimentaires. Étant donné la récence du thème de recherche et l'absence de consensus dans la littérature, d'autres travaux sont donc nécessaires pour établir le niveau d'adéquation entre les faiblesses neuropsychologiques et les tendances autorégulatrices, de manière à évaluer le potentiel adaptatif des conducteurs âgés de la population générale.

Un autre objectif était d'évaluer dans quelle mesure le degré auquel les conducteurs âgés ont recours stratégies d'évitement routier est influencé par leurs perceptions à l'endroit de leurs habiletés, ainsi que par leurs perceptions de contrôle et leurs attitudes affectives à l'égard des situations plus complexes ou risquées. D'abord, l'hypothèse d'un lien entre les comportements autorégulateurs et l'autoévaluation des habiletés de conduite générales a été confirmée. En effet, l'étude 1 permet de conclure que plus le conducteur déprécie ses habiletés de conduite et plus il a tendance à l'évitement, cette perception étant bien exprimée par l'échelle de lickert à 10 degrés. De même, l'étude 1 permet de confirmer que plus les conducteurs rapportent de grandes difficultés dans les situations risquées ou complexes et plus ils ont recours aux stratégies d'évitement. Ces résultats corroborent les résultats de Charlton et collaborateurs (2003), ayant mis en évidence que les conducteurs détenant un moindre niveau de confiance dans certaines situations de conduite spécifiques étaient également plus susceptibles d'éviter ces dites situations (44-50%) que ceux qui étaient plus confiants (2-13%). Les résultats sur le rôle de la confiance à l'égard des habiletés de conduite générales sont également similaires avec les résultats obtenus par Baldock et collaborateurs (2006). Selon Rudman et

collaborateurs, (2006), les seniors effectuent certaines modifications de leurs habitudes de conduite sur la base de leur capacité d'auto-observation, ceci, afin de maintenir un niveau de confort acceptable. En effet, les perceptions subjectives basées sur l'autoévaluation des habiletés de conduite générales se rapprochent du concept de confiance, couramment utilisé dans la littérature. Le niveau de difficultés rapporté peut également s'apparenter à une mesure de la perception de contrôle des comportements routiers en situations risquées ou complexes. Selon la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), un individu rapportant un niveau élevé de difficulté devrait également détenir une faible perception de contrôle, ce qui, en théorie, devrait se répercuter sur ses intentions d'effectuer le dit comportement ou au contraire de l'éviter. Cette théorie a effectivement fait ses preuves dans la conduite automobile, notamment dans l'explication des facteurs menant à la conduite risquée ou la conduite agressives, et appuie donc les présents résultats sur le plan théorique.

En outre, l'étude 2 confirme que les conducteurs ayant des attitudes affectives plus négatives à l'égard des situations complexes ou risquées, en l'occurrence, qui leur sont davantage défavorables, rapportent également davantage de comportements routiers d'évitement. À notre connaissance, ces résultats sont tout à fait originaux en ce concerne les comportements des conducteurs âgés. Des travaux indiquent par ailleurs que les attitudes affectives permettent de prédire certains comportements liés à la conduite imprudente ou la prise de risque chez les jeunes conducteurs (De Pelsmacker & Janssens, 2007; Marcil, Bergeron & Audet, 2001). Les attitudes affectives relatives à la conduite risquée ont été mesurées à partir du questionnaire auto-administré « Analyse des Comportements Routiers » (ACR-E de Joly & Bergeron, 1998). Cette échelle évalue

l'importance des attitudes affectives à l'égard de dix comportements routiers risqués incluant les dépassements dangereux, le talonnage, la conduite à grande vitesse, le passage au feu jaune, etc. Encore une fois, la théorie du comportement planifié parvient bien à justifier les présents résultats, les attitudes affectives étant une autre des composantes centrales du modèle, et sont connues pour être à la base des intentions et des comportements individuels.

Un objectif secondaire exploratoire était de vérifier la contribution respective d'autres facteurs sociodémographiques, soit l'âge, le niveau de santé et le genre sur la propension à utiliser des stratégies d'évitement. Comme prévu, l'âge ne corrèle pas avec la fréquence d'adoption de stratégies d'évitement. Il est à noter que l'hypothèse et les résultats du présent travail sont contraires aux quelques résultats disponibles. Charlton et ses collaborateurs (2006) démontrent par exemple que 68% des conducteurs âgés de 55 à 64 ans se prévalent de stratégies d'évitement, tandis que le pourcentage s'élève à 79% chez les conducteurs de 65 à 74 ans. Les travaux de D'Ambrosio et ses collaborateurs (2008) révèlent de même que les tendances à l'évitement routier augmentent avec l'âge entre 50 et 85 ans. Les présents résultats sont pourtant justifiables en vertu de l'immense hétérogénéité existant chez les aînés. Les processus du vieillissement étant influencés par d'innombrables facteurs, il est probable que l'âge ne se révèle pas toujours comme un prédicteur des différences individuelles.

Contrairement aux hypothèses initiales, les associations entre le niveau de santé et la fréquence d'utilisation des stratégies d'évitement n'ont pas été significatives. Ces

résultats diffèrent avec les conclusions de certaines études antérieures indiquant que les conducteurs rapportant un niveau de santé plus faible ont également une tendance à l'évitement plus marquée (D'Ambrosio et al., 2008; Rimmö & Hakamies-Blomqvist, 2002). Les résultats de Charlton et collaborateurs (2006) sont cependant plus prudents. Ainsi, les associations significatives entre le niveau de santé et le recours à l'évitement ne concernent que la situation de conduite de nuit, la conduite de nuit lorsqu'il pleut, et la conduite aux heures de pointe. À ce propos, il est probable que la mesure employée pour évaluer l'état de santé manquait de précision. De même, un biais de sélection a probablement eu l'effet de limiter le recrutement aux participants en bonne santé et d'affaiblir la variabilité nécessaire aux analyses de corrélations.

En accord avec une majorité d'études indiquant de plus fortes tendances autorégulatrices chez les femmes âgées (Audet & D'amours, 2002; Charlton et al., 2006; D'Ambrosio et al., 2008), l'étude 2 confirme la présence d'un effet significatif du genre sur une stratégie spécifique, soit l'évitement de la conduite sur les longues distances, et d'un effet tendanciel sur la tendance à éviter les dépassements sur l'autoroute. L'étude 2 ne révèle toutefois aucun effet du genre sur le score d'évitement global. Ce résultat est d'autant plus étonnant, que les femmes de l'échantillon rapportent en parallèle un niveau de difficulté supérieur en situations risquées ou complexes, une perception pouvant être décrite autrement comme un manque de confiance et comme principale hypothèse des tendances autorégulatrices particulièrement fortes des conductrices âgées (Oxley et al., 2010). En effet, de nombreux auteurs suggèrent que le manque de confiance des femmes les inciterait à autoréguler davantage leur conduite, et que ce manque de confiance découlerait lui-même d'une exposition inférieure de conduite comparativement aux

hommes (Hakamies-Blomqvist & Sirén, 2003). Or, à l'exception de la différence intersexe sur le niveau de difficulté au cours des situations complexes ou risquées (échelle H de l'ACR-E) et d'un effet tendanciel sur la teneur des attitudes affectives associée à ces mêmes situations (échelle A de l'ACR-E), les conductrices détiennent, selon leurs réponses aux questionnaires, un profil similaire à celui de leurs homologues de sexe masculin. En particulier, leur expérience, leur exposition de conduite et leur autoévaluation d'habiletés générales de conduite sont équivalentes voire supérieures à celles des hommes. Le fait que les femmes de l'échantillon aient des habitudes de conduite sensiblement équivalentes à celles des hommes, pourrait expliquer l'absence de différence en regard des tendances d'évitement. Nos résultats semblent d'autre part indiquer que le manque de confiance venant des femmes âgées à l'égard de leurs habiletés en situations complexes ou risquées, se révèle comme une caractéristique assez stable chez elles. Nos résultats suggèrent en effet, que ce trait est présent même chez les conductrices les plus expérimentées et conduisant fréquemment, et confirment la prépondérance de cette perception chez les conductrices âgées (D'Ambrosio et al., 2008; Hakamies-Blomqvist & Siren, 2003). Le domaine de la conduite automobile ayant longtemps été réservé aux hommes, il est probable que les femmes âgées aient intégré certains des préjugés circulant à leur égard.

Les dernières analyses visant à identifier les meilleurs prédicteurs de chacune des stratégies autorégulatrices ont indiqué une contribution particulière du score d'Empan envers estimant les capacités de la mémoire de travail, de l'échelle Habiletés de conduite générales et de l'échelle H de l'ACR-E. En ce qui concerne les prédicteurs cognitifs, c'est en effet le test des Blocs de Corsi qui s'est révélé le meilleur prédicteur. Ainsi,

nous avons appris que les stratégies individuelles étaient non seulement ajustées au déclin cognitif attentionnel et exécutif, mais qu'elles étaient également adaptées aux perceptions subjectives des conducteurs sur leur niveau d'habiletés ou de difficultés et dans à un moindre cependant, à leurs attitudes affectives. Ces résultats traduisent en fait une bonne adéquation des stratégies autorégulatrices avec les mesures autorapportées sur les difficultés de conduite. Les mesures ayant toutes été de nature subjective, les résultats ne permettent toutefois pas de vérifier si les stratégies d'évitement sont bien ajustées aux difficultés réellement rencontrées sur la route. Des études seront nécessaires afin d'évaluer le niveau d'adéquation entre les perceptions subjectives des individus âgés et leurs habiletés objectives, telles qu'évaluées sur la route.

Apports à la recherche sur la sécurité routière

Historiquement, les répercussions du vieillissement sur la conduite automobile sécuritaire sont étudiées selon deux approches distinctes. Fortement inspiré des études effectuées chez les patients cérébrolésés, le premier courant de recherche s'intéresse d'abord aux rôles des facteurs cognitifs dans la prédiction de l'insécurité routière chez les conducteurs âgés, et par là même, à l'identification d'outils psychométriques de bonne sensibilité et fiabilité. Dans le souci d'une approche plus globale, le deuxième courant de recherche s'intéresse quant à lui au potentiel adaptatif des conducteurs âgés face à la détérioration de certaines de leurs habiletés de conduite due au vieillissement. Tout en tentant d'évaluer leur efficacité à réduire le risque routier, ce courant vise une meilleure compréhension des stratégies autorégulatrices et des facteurs contributifs de

leur application. En insistant sur la nécessité d'une approche double et complémentaire, la présente thèse permet d'une part, de consolider les connaissances relativement aux facteurs individuels et neuropsychologiques agissant dans la détérioration et l'adaptation des comportements routiers sécuritaires chez les aînés de la population générale, et de suggérer aux cliniciens, certains outils psychométriques de bonne valeur prédictive.

L'âge et l'insécurité routière chez les aînés

Les travaux tentant d'évaluer les effets d'âge sur la conduite automobile sécuritaire mettent habituellement l'accent sur l'identification de différences entre générations bien distinctes. Ce faisant, les effets de l'âge sur les comportements routiers des aînés sont beaucoup moins connus. Les données découlant de cette thèse permettent de préciser l'influence de l'âge sur l'habileté spécifique de détection périphérique et sur les processus d'adaptation des comportements routiers d'un échantillon de conducteurs âgés de 62 à 83 ans. D'après les présents résultats, la vitesse de détection périphérique ne corrèle avec l'âge dans aucune des situations de conduite proposées, que ce soit en condition de conduite simple ou en condition de conduite complexe incluant une distraction téléphonique. Les analyses de groupes confirment des résultats équivalents. De la même façon, la propension à faire usage de stratégies d'évitement des situations exigeantes ne varie pas non plus avec l'âge.

D'abord, les résultats sont donc valables autant pour la détérioration des habiletés que pour l'autorégulation et sont donc congruents entre eux. Ils indiquent en somme, qu'entre 62 et 83 ans, les changements observés en terme de comportements routiers ne

coïncident pas forcément avec l'avance en âge. Ces résultats permettent d'abord de valider la pertinence des mises en garde des gérontologues comme Jeandel (2005) quant à l'utilisation des comparaisons se basant sur l'âge. Selon Jeandel, il existerait chez les personnes vieillissantes, une certaine inégalité entre les facteurs protecteurs et de vulnérabilité, ces combinaisons uniques se traduisant par autant de façons de vivre la vieillesse. Évidemment, cette équation peut difficilement être reflétée par le seul facteur de l'âge. L'auteur recommande ainsi que l'étude des trajectoires individuelles à travers un continuum soit privilégiée par rapport aux études basées sur les catégorisations par groupe d'âge, non seulement parce que les segmentations sont arbitraires, mais aussi parce qu' « elle pérennise les stéréotypes socioculturels qui ont eu tendance, jusqu'à aujourd'hui, à véhiculer une image négative et infondée de l'avance en âge associant le processus de vieillissement à la notion de perte ou de déficit et considérant celui-ci comme un phénomène homogène ». Conformément à cette proposition, la présente étude fait le constat que l'avance en âge ne s'accompagne pas forcément d'une détérioration des habiletés de détection périphérique ni à l'augmentation de la tendance globale à l'évitement routier des situations exigeantes. Si les résultats de la thèse sont conformes aux hypothèses de certains gérontologues, ils vont toutefois dans le sens contraire d'études antérieures. À notre connaissance, une étude effectuée auprès de 129 individus âgés entre 60 et 88 ans démontre que les performances globales sur simulateur déclinent avec l'âge (Lee, Lee, & Cameron, 2003). Si l'on considère maintenant les habiletés de conduite ayant fait l'objet d'une évaluation sur route, une étude effectuée sur des conducteurs âgés entre 65 et 96 ans montre que l'âge permet de rendre compte de 27% de la variance du résultat global (De Readt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001). D'autres études indiquent par ailleurs que les aînés les plus âgés, notamment ceux de 78 ans et

plus, ont des taux de collisions de 2.11 fois supérieurs aux conducteurs âgés entre 55 et 77 ans (Ball et al., 2005). Ceci dit, il importe de mentionner que dans les travaux où une association entre le décours des années et une habileté de conduite est mise en évidence, on précise aussi que considérant l'existence d'une variabilité élevée dans le statut cognitif des aînés, l'âge demeure un facteur qui présente certaines limites. Par exemple, De Readt et collaborateurs (2001) montrent qu'en ajoutant quatre prédicteurs neuropsychologiques au modèle de régression multiple visant à rendre compte de la variance d'un résultat d'évaluation sur route, le pourcentage de variance expliquée passe de 27% (âge seulement) à 67%. Enfin, il importe de mentionner que les résultats relativement au rôle de l'âge dans le recours aux stratégies d'évitement des situation de conduite exigeantes, diffèrent de certains travaux antérieurs ayant démontré une amplification du recours aux stratégies d'évitement avec l'avance en âge (Audet et D'amours, 2002; Daigneault et al., 2002).

Dans un contexte où les stéréotypes liés à l'âge sont très répandus dans le domaine de la conduite automobile, les données sur le rôle de l'âge gagnent à être diffusées. En effet, les stéréotypes actuels sont susceptibles d'être intégrés au sein de normes par les conducteurs vieillissants et d'influencer leurs comportements routiers d'une manière inadaptée, comme c'est le cas chez les conductrices âgées qui cessent parfois de conduire de manière prématurée, et ce, au détriment de leur qualité de vie (Siren, Hakamies-Blomqvist, & Lindeman, 2004; Siren, & Hakamies-Blomqvist, 2006). Contrairement aux campagnes de sensibilisation mettant l'accent sur l'âge, la mise en lumière des autres facteurs individuels importants dans la conservation des habiletés de conduite a d'autre part l'avantage de rendre aux individus une certaine marge de

manœuvre et la part de responsabilité qui leur revient dans le maintien de leurs privilèges comme conducteurs.

Les facteurs cognitifs et l'insécurité routière chez les aînés

Si l'âge ne semble pas être toujours un bon indicateur des changements des comportements routiers associés aux processus du vieillissement normal, les résultats de la thèse démontrent que les facteurs cognitifs détiennent une meilleure valeur prédictive. Il se trouve en effet que ce soit plutôt les changements d'ordre cognitif qui, tout en étant très variables entre individus âgés, médiatisent les effets du vieillissement. En effet, les connaissances découlant de cette thèse confirment en premier lieu, l'influence des facteurs cognitifs, notamment des fonctions attentionnelles, de la vitesse de traitement de l'information, de la mémoire de travail spatiale et de certains processus exécutifs comme la flexibilité mentale, sur la vitesse de détection périphérique, une habileté fortement associée au risque de collisions. Cet apport est important compte tenu que la majorité des recherches portant sur les conducteurs vieillissants ont ciblé des populations de patients atteints d'affections neurologiques franches et pris en charge par des professionnels de la santé (démence, accident vasculaire cérébral, traumatisme crânio-cérébral). Tout en les prolongeant, ces données vont ainsi dans le même sens que les conclusions concernant les individus atteints de neuropathologies du vieillissement, comme pour lesquels le degré de l'atteinte cognitive tel que mesuré par les tests neuropsychologiques sont de meilleurs indicateurs des habiletés de conduite que le diagnostic et sa sévérité (Brown & Ott, 2004; Duchek, Hunt, Ball, Buckles, & Morris, 1998; Parasuman & Nestor, 1991). Conformément à l'intuition de Bieliauskas (2005), la

thèse permet de préciser que les relations de prédiction tendent à augmenter lorsque la situation de conduite impose une charge cognitive supérieure au conducteur, comme par exemple, en situation de conversation au téléphone « mains-libres ». Il appert à ce propos, que les tests neuropsychologiques parviennent à rendre compte d'une part significative des différences individuelles observées en termes d'effets de distraction, les conducteurs subissant la plus forte augmentation de leur temps de détection par rapport à la situation de base ayant également présenté des scores inférieurs à certains tests des fonctions attentionnelles. Il importe de préciser que cette découverte est absolument originale. C'est la première fois à notre connaissance qu'une étude tentait de prédire les performances individuelles en situation de distraction au volant par l'intermédiaire de mesures neuropsychologiques. Ainsi, les travaux visant à déterminer le rôle des différences individuelles dans l'explication de la sensibilité à la distraction avaient jusqu'à maintenant exploré le rôle de l'âge et de l'expérience de conduite.

Il appert ainsi que le déclin cognitif normal des fonctions attentionnelles et exécutives, est non seulement suffisant pour générer de réels changements en terme d'habiletés de conduite, mais qu'il est également possible, en partie, de prédire le degré de son impact sur le plan individuel par des tests neuropsychologiques. Ceci dit, les présents résultats sont également intéressants sur le plan théorique, en ce qu'ils peuvent nous renseigner sur certains phénomènes généraux du vieillissement cognitifs. Si les mesures des ressources attentionnelles, de vitesse de traitement et de mémoire de travail ont mieux permis que l'âge, d'expliquer la variance d'une habileté spécifique de conduite chez des conducteurs âgés, celles-ci peuvent probablement être considérées comme des variables médiatrices du vieillissement.

Dans un autre ordre d'idée, la thèse permet également de confirmer l'influence des facteurs cognitifs sur les comportements routiers autorégulateurs. Les résultats démontrent en effet que la propension à éviter les situations exigeantes varie en fonction des scores obtenus à certaines épreuves neuropsychologiques, cette tendance étant en l'occurrence plus marquée chez les individus présentant des scores inférieurs aux mesures d'empan indirect et total de l'épreuve des Blocs de Corsi, au TMT B et à l'UFOV. Considérant les sous-tests corrélant avec l'échelle globale d'évitement, il appert que les tendances d'évitement des situations plus exigeantes sont plus marquées chez les aînés dont les capacités relatives à la mémoire de travail non verbale, l'attention sélective et divisée, la vitesse de traitement et la flexibilité mentale, sont évaluées à un niveau inférieur.

En somme, le principal apport de la thèse est de mettre en évidence que si d'une part, certaines limitations cognitives sont associées à une baisse des habiletés de détection périphérique, ces mêmes limitations s'accompagnent aussi de mesures autorégulatrices qui peuvent contribuer à réduire le risque routier.

Complémentarité des deux approches classiques dans la prédiction et la prévention du risque routier des aînés

Comme la détérioration des habiletés de conduite due au vieillissement des fonctions attentionnelles et de la mémoire de travail semble aller de pair avec certains processus

autorégulateurs sur le plan stratégique, l'étude de ces composantes en vase closé, s'avère semble-t-il, insuffisante. Or, la majorité des études sont centrées sur l'une ou l'autre de ces composantes. Pourtant, la plupart des modèles de la conduite automobile, celui de Michon (1985) par exemple, indiquent une interaction entre les limitations propres à l'individu et à son environnement (véhicule, routes, conditions de conduite, etc.), et ses décisions en matière de conduite sur un mode adaptatif. En clair, Michon explique que les défauts opérationnels du conducteur résultant entre autres de défauts cognitifs et perceptuels, sont habituellement compensés par l'application d'ajustements aux paliers supérieurs : au plan tactique, par la réduction de la vitesse lors d'une situation particulièrement complexe par exemple, ou au plan stratégique, par l'évitement total ou partiel de l'une ou l'autres de ce type de ces situations. Conformément au modèle de Michon, les résultats confirment que les conducteurs présentant des capacités visuo-attentionnelles inférieures procèdent à des ajustements stratégiques en appliquant davantage de conduites d'évitement routier. Ces résultats représentent en ce sens un apport important sur le plan de l'amélioration des connaissances, en ce qu'ils permettent de confirmer empiriquement les différentes facettes du modèle de Michon. D'après les résultats de la thèse, les relations entre le palier opérationnel et le palier tactique sont cependant moins claires. Les résultats indiquent en effet, que la vitesse de conduite sur simulateur varie positivement avec le rendement au test Stroop. La moyenne des vitesses individuelles étant extrêmement faible, il est évident que la vitesse de conduite a fait l'objet d'un ajustement particulier.

L'usage des stratégies chez les conducteurs âgés

Prévalence

Dans le contexte où la prévalence des stratégies d'évitement routier varie considérablement d'une étude à l'autre allant de 6 à 80 % (Ball et al., 1998 ; Charlton, 2006, De Raedt et al., 2000; Hakamies-Blomqvist & Wahlström, 1998; Oxley et al., 2010), les résultats de la thèse suggèrent quant à elles une prévalence élevée. Par exemple, ce ne sont pas moins de 62% des participants qui disent éviter souvent ou toujours la conduite par mauvais temps. Il importe de faire remarquer que les résultats sont compatibles avec les travaux antérieurs en ce qui concerne la nature des situations les plus évitées, soit dans l'ordre, la conduite par mauvais temps, la conduite de nuit et la conduite aux heures de pointe (Charlton et al., 2006). Ces constatations sont encourageantes dans la mesure où une majorité de conducteurs âgés semble réagir de manière adaptée et responsable face au déclin de leurs habiletés en régulant eux-mêmes leurs habitudes de conduite.

Facteurs individuels

Un des principaux objectifs de la thèse était de préciser, en plus du rôle de l'âge et des facteurs cognitifs, le rôle d'autres facteurs individuels, comme le genre, les attitudes et les perceptions des conducteurs, dans l'utilisation des stratégies d'évitement des situations exigeantes. Tandis que la question de la détérioration des habiletés de conduite renvoie plus directement aux processus délétères se rapportant au vieillissement normal de l'être humain, la question de la modification du style et des habitudes de conduite implique davantage de facteurs. En premier lieu, les résultats de la thèse permettent de

nuancer les effets de genre habituellement obtenus dans les travaux antérieurs (Audet & D'amours, 2002; Charlton et al., 2006; D'Ambrosio et al. 2008). En effet, les résultats n'indiquent aucune différence significative entre l'évitement routier global des hommes et celui des femmes âgés. Il importe de noter toutefois l'existence d'un effet spécifique, à l'effet que les femmes indiquent éviter davantage de conduire sur de longues distances. Les résultats permettent par ailleurs, de préciser le rôle des perceptions subjectives, notamment en ce qui concerne la notion de contrôle en situations plus complexes ou risquées, et en ce qui a trait aux perceptions que les conducteurs se font de leurs habiletés de conduite au sens général. Conformément aux principaux travaux ayant traité de la question (Baldock et al., 2006; Charlton et al., 2003), les résultats indiquent ainsi que les conducteurs qui doutent de leurs habiletés générales de conduite ou chez qui la tendance à rapporter des difficultés en situations complexes est élevée ou qui semblent percevoir un faible contrôle présentent une tendance accrue à l'évitement routier. Par ailleurs, la thèse contribue également à l'avancement des connaissances relativement au rôle des attitudes affectives dans les comportements routiers autorégulateurs des aînés. Ainsi, il est démontré que les attitudes affectives défavorables aux comportements routiers ou situations jugés plus risqués, sont associés chez les conducteurs à une plus forte tendance à l'évitement routier. Les derniers résultats sont d'abord consistants avec la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991). Ce constat, à notre connaissance, est tout à fait original et fait écho à la littérature ayant trait à l'étude des comportements routiers risqués chez les jeunes, mais dans son versant opposé (*i.e.* la prudence).

Efficacité des stratégies d'évitement routier

Pour juger de l'efficacité des stratégies d'évitement routier chez les conducteurs âgés, il importe de vérifier qu'elles remplissent au moins une condition, soit que leur prévalence est suffisamment adaptée aux difficultés réelles de l'individu. Selon les barèmes des instances se vouant à la prévention routière, ces stratégies seront considérées comme des moyens efficaces de réduire l'insécurité routière de manière objective, lorsque leur capacité à réduire le nombre de collisions chez les aînés aura été démontrée. Bien que ce travail ne permette pas de vérifier l'atteinte de ce dernier critère, il vient toutefois confirmer que la propension à l'évitement routier varie effectivement avec le niveau d'habiletés ou de difficultés des individus tels que mesurés subjectivement, et avec certaines mesures cognitives ayant été préalablement associées au niveau de performance sur simulateur de conduite, et qui sont également reconnues, pour certaines, pour leurs liens de prédiction du risque de collision (Ball et al., 1993, 2005; Lundberg et al., 1998; Owsley et al., 1998).

Ces résultats sont également intéressants, dans la mesure où malgré l'absence de déficits cognitifs francs ou de recommandation médicale par rapport à la conduite automobile, les difficultés cognitives plus subtiles et apparues progressivement liés au déclin cognitif normal sont compensées de manière autonome. La thèse vient donc souligner le caractère autorégulateur des stratégies d'évitement routier et indique qu'elles répondent à au moins un critère d'efficacité. D'une part, cela sous-entend aussi que les individus font des choix adaptés à leurs limitations cognitives. Cela laisse suggérer que les individus ont une certaine faculté de reconnaître leurs limitations et d'y réagir adéquatement, ce que mettent en doute Marotolli & Richardson (1998). La thèse ne

permet pas de préciser si ces choix reposent sur des processus inconscients ou délibérés. Il importe de noter toutefois que cette stratégie n'est pas suffisante à elle seule et qu'elle doit absolument être accompagnée d'autres stratégies, sur le plan tactique en particulier. L'évitement ne fait que réduire la probabilité d'être exposé à des situations plus complexes ou jugées plus à risque, et l'on ne connaît pas actuellement l'influence de l'évitement routier sur le maintien des habiletés de conduite.

Implications pour l'intervention

Interventions axées sur l'amélioration des stratégies autorégulatrices

Comme dans l'ensemble, les conducteurs âgés autorégulent naturellement leur degré d'exposition aux situations de conduite exigeantes, les interventions spécifiques à ce sujet sont prometteuses. Pouvant être influencées au moyen de campagne de sensibilisation entre autres, les attitudes peuvent être des cibles d'intervention intéressantes. Les campagnes diffusées pourraient viser à renforcer les attitudes défavorables aux situations complexes ou à risque en expliquant et normalisant les répercussions du vieillissement cognitif sur les habiletés de conduite. Il s'agirait dans la foulée de renforcer les habitudes d'évitement préexistantes. Dans l'attente de nouveaux travaux confirmant une adéquation entre les perceptions subjectives et les habiletés de conduite et le risque routier réels, il est également peut-être plus sûr de chercher à sensibiliser l'ensemble des individus âgés, y compris les conducteurs détenant une grande confiance en leurs habiletés, car ceux-ci sont moins enclins à avoir recours aux stratégies d'évitement. Il appert à ce sujet que les manœuvres de conduite aux

intersections sont des situations particulièrement difficiles pour les aînés, et donnent lieu par exemple à 17,6% des collisions fatales (Bordeleau, 2007). En employant cet exemple, des campagnes pourraient normaliser et encourager le changement d'habitudes visant à éviter les intersections plus exigeantes sur le plan cognitif, notamment celles qui n'incluent aucune priorité au virage à gauche. D'après l'article 2, les données indiquent que conducteurs âgés sont peu nombreux à éviter les situations d'intersections et une intervention spécifique pourrait être une solution peu coûteuse dans la mesure où les interventions cherchant à modifier les infrastructures se font attendre et ne pourront pas adapter l'ensemble des intersections existantes. Dans le même ordre d'idées, l'article 2 révèle également que les situations de conversation sont des situations très peu évitées par les conducteurs âgés. Tout en intervenant dans le même temps sur le problème de la distraction au volant, cette situation problématique pourrait également faire l'objet de campagnes d'information.

Par ailleurs, les stages ou les évaluations neuropsychologiques à visée éducative sont également de bons vecteurs de sensibilisation aux risques liés au vieillissement cognitif et d'acquisition de stratégies compensatoires. Ces stages pourraient par exemple inclure un volet éducatif visant à renseigner les conducteurs âgés sur les limitations cognitives associées au vieillissement et leurs répercussions sur leur capacité à gérer les situations plus exigeantes de conduite. Un deuxième volet veillerait à les informer sur les moyens dont ils disposent pour réduire leur exposition à ces situations spécifiques. Selon Owsley et collaborateurs (2003), des stages personnalisés de ce type donnent de bons résultats. En plus de modifier leur perception de contrôle à la baisse par rapport aux situations exigeantes sur le plan visuel et cognitif, les conducteurs ayant bénéficié de l'intervention

ont plus souvent et plus adéquatement recours aux stratégies d'évitement comparativement au groupe contrôle et à la période antérieure à l'intervention.

Interventions axées sur l'amélioration des habiletés

Il arrive, dans certains cas, que les stratégies autorégulatrices deviennent inefficaces. Certaines situations de conduite exigent une grande vitesse de traitement de l'information, ainsi qu'une bonne rapidité de décision et d'exécution. La sécurité dépend alors surtout du degré d'habiletés perceptuelles et cognitives, des composantes propres au palier opérationnel (Michon, 1985). C'est le cas notamment de la situation de virage à gauche où le conducteur doit détecter et traiter un grand nombre d'informations dynamiques et agir rapidement et au bon moment. Il est évident dans ce cas, que les limitations visuo-attentionnelles, les défauts de la vitesse de traitement et de la mémoire de travail désavantagent certains conducteurs vieillissants. Il importe donc, dans la mesure où le risque d'erreur est directement lié aux failles de la détection périphérique ou d'autres défauts d'ordre cognitif, à chercher à y remédier (Parker et al., 2000). En ce qui concerne les problèmes liés à la détection périphérique, deux stratégies d'intervention sont possibles : la remédiation cognitive par une approche « bottom-up » (ascendante) ou par une approche « top-down » (descendante). Dans le premier cas, il s'agirait de développer des programmes de renforcement des capacités d'attention et de mémoire de travail par leur simple stimulation au cours d'exercices répétés et de forte intensité. Roenker et collaborateurs (2003) démontrent à ce propos la possibilité d'augmenter la vitesse de traitement telle qu'évaluée par le test UFOVTM par le biais d'un entraînement spécifique de la vitesse de détection à l'aide d'une tâche similaire sur

ordinateur durant en moyenne quatre heures et demie. Les auteurs démontrent que cette amélioration se répercute en outre, par la réduction du nombre de comportements dangereux aux intersections (distances de sécurité dans les virages à gauche, exploration visuelle) et la réduction des distances de freinage, lors d'une évaluation de conduite effectuée sur la route. Selon leurs données, les améliorations se maintiendraient même 18 mois plus tard.

À la manière du programme informatisé NeuroActive qui vise à stimuler et à maintenir les habiletés mnésiques des personnes âgées, il serait possible de développer une interface informatisée et interactive, visant à stimuler les habiletés d'attention, de vitesse de traitement et de mémoire de travail visuospatiale par l'entremise d'exercices et d'un environnement encore plus écologiques. S'inspirant des technologies en simulation de conduite, le dispositif pourrait permettre à l'utilisateur d'entraîner certaines habiletés spécifiques, notamment la prise de décisions en matière de virages à gauches aux intersections, l'exploration visuelle, la détection des autres véhicules ou de la signalisation, les changements de voies, les situations de fortes achalandages, etc. Ce logiciel d'entraînement pourrait être en vente libre et s'adresser aux conducteurs vieillissants souhaitant conserver leurs habiletés de conduite le plus longtemps possible. Ce genre de programme, n'existe pas à notre connaissance et sa mise en marché devrait être précédée d'une solide validation empirique. À cause de sa valeur écologique, la console WiiTM de Nintendo pourrait éventuellement supporter un tel programme.

Comme la détection périphérique repose également sur des habiletés « top-down », le développement d'interventions visant leur acquisition ou leur amélioration est également

souhaitable. Dans la perception visuelle, le rôle des attentes et donc, des stratégies d'orientation de l'attention est primordial. Simons et Chabris (1999) démontrent très brillamment qu'un événement aussi prégnant qu'un gorille peut être occulté si l'attention est focalisée sur d'autres événements. Ce phénomène de cécité attentionnelle permet d'expliquer un grand nombre de collisions pour lesquelles les personnes mises en cause indiquent n'avoir rien vu arriver ou, beaucoup trop tard (Rumar, 1990). Par l'entremise de techniques de mesures oculaires, de nombreuses études démontrent par exemple que dans les situations exigeantes de conduite, le regard a tendance à se concentrer dans la portion centrale du champ visuel (Harbluk et al., 2007; Recarte & Nunes, 2003; Victor et al., 2005). En ce sens, des interventions visant à expliquer ce phénomène et à modifier les comportements oculaires des conducteurs au cours de stages brefs ou au moyen d'un programme informatisé sont également envisageables.

Interventions axées sur l'adaptation de l'environnement

Il est maintenant très clair que les conducteurs de plus de 65 ans constitueront une part de plus en plus importante des usagers du réseau routier. Pour favoriser l'adaptation fonctionnelle suite à des difficultés d'ordre cognitif, les interventions les plus simples et qui démontrent de bons résultats dans un court laps de temps, sont souvent celles qui visent l'adaptation de l'environnement. En effet, la plupart des juridictions ont érigé leurs infrastructures routières à partir de normes fondées sur la performance de jeunes conducteurs. En prévision de l'augmentation de la moyenne d'âge des automobilistes, il paraît indispensable de faire des adaptations majeures du réseau, notamment en intégrant les feux clignotants à l'ensemble des intersections ou en les aménageant selon une

meilleure configuration. Une étude effectuée par l'intermédiaire d'une voiture instrumentée démontre en ce sens, que comparativement à une intersection habituelle, l'intersection adaptée pour les conducteurs âgés donne lieu à un moindre nombre d'erreurs de conduite et une vitesse supérieure dans l'exécution des virages (Classen et al., 2006). Certes coûteux, les investissements pour de tels aménagements sont susceptibles d'être récupérés en partie à même les fonds de la réduction des coûts socio-économiques liés à la décroissance des taux de collisions (soins de santé en phase aiguë, réadaptation, prise en charge du handicap et des situations de perte d'autonomie, placements en centres d'hébergement publics de longue durée).

Rôle des professionnels de la santé

Même si au Canada, les ergothérapeutes, les infirmiers, les psychologues, et les optométristes détiennent une responsabilité particulière dans le signalement de l'inaptitude d'une personne à conduire, le médecin demeure l'intervenant sur lequel repose vraiment la décision de la révocation du permis de conduire. Dans la plupart des provinces (sauf au Québec, en Alberta et en Nouvelle-Écosse), le médecin détient même l'obligation stricte et légale de transmettre d'effectuer le signalement de ses patients aux autorités routières (Molnar, Byszewski, Marshall, Man-Son-Hing, Molnar, Byszewski, et al., 2005). Molnar et collaborateurs se demandent à ce propos, si le médecin est vraiment le professionnel le plus apte à faire l'évaluation de l'aptitude à conduire. Les auteurs font en effet remarquer en premier lieu, que l'examen médical n'est pas conçu pour évaluer les aspects fonctionnels. Bien qu'il puisse attester de certaines habiletés de base nécessaires à la conduite automobile au niveau opérationnel (aspects moteurs,

sensoriels, perceptuels, dépistage cognitif), le médecin ne s'intéresse pas, selon l'auteur, au répertoire stratégique et compensatoire que le patient a mis au point ni à son potentiel de le faire. Les auteurs suggèrent en outre que cette responsabilité entre en contradiction avec la nature même des rapports établis entre le médecin de famille et son patient. Les auteurs doutent que les médecins puissent se positionner objectivement sans craindre de nuire à leurs relations de longue date avec leurs patients.

Comme le suggèrent les mêmes auteurs, une approche multidisciplinaire semble souhaitable d'autant que les décisions faisant suite aux évaluations visant la prédiction des habiletés de conduite peuvent avoir de grandes répercussions sur la vie future des patients. Les méthodes employées en Ontario ont l'avantage de reposer sur une chaîne décisionnelle dont les critères sont bien établis d'avance (Molnar et al., 2005) et reconnaissent un rôle particulier aux neuropsychologues. Ainsi, en tant qu'intervenant de la première ligne, le médecin juge d'abord de la sécurité du client et transmet ses recommandations aux autorités routières désignées. Si l'avis du médecin énonce certains doutes, la personne est référée à un neuropsychologue pour une évaluation cognitive approfondie. Si ce dernier n'est pas en mesure de se prononcer, le client est enfin référé pour une évaluation sur route chez un évaluateur ergothérapeute. En appliquant le principe de précaution qui prétend que le risque zéro n'existe pas, cette procédure vise à minimiser la probabilité de faux-positifs, et permet d'éviter de priver des conducteurs réellement sécuritaires. Au Québec, les ergothérapeutes effectuent généralement l'ensemble de l'évaluation de l'aptitude à conduire. Ils sont ainsi amenés à faire le dépistage de l'aptitude à conduire et lorsqu'elle est prescrite par la SAAQ, ce sont

également ceux qui effectuent l'évaluation fonctionnelle approfondie et l'évaluation sur route. Dans les deux cas, les évaluations comprennent l'administration de tests cognitifs.

Comme semblent le confirmer les résultats de la thèse, l'approche neuropsychologique est tout à fait pertinente et même souhaitable au sein des évaluations prédictives des habiletés de conduite sécuritaires chez les aînés de la population générale. Comme en Ontario, les neuropsychologues pourraient développer une expertise en la matière. Aussi, cette thèse visait spécifiquement à déterminer la pertinence des outils et des modèles théoriques de la neuropsychologie clinique dans la prédiction de l'insécurité routière chez les conducteurs âgés. Toutefois, d'après les données recueillies auprès de neuropsychologues anglais, les neuropsychologues affirment qu'ils ne se sentent pas assez formés à l'évaluation de l'aptitude à conduire, et qu'ils nécessitent des lignes directrices voire des méthodes standardisées (Christie et al., 2001). Par exemple, 51% des neuropsychologues interviewés par questionnaires avouent manquer de confiance en leur habileté d'évaluation de la conduite automobile sécuritaire et 77,84% des répondants affirment que leur organisation n'a aucune procédure décisionnelle à ce sujet. Seuls 60% des répondants affirment utiliser, en plus de l'approche d'évaluation cognitive classique, leurs observations cliniques sur l'autocritique, l'impulsivité, le jugement, pourtant nécessaires à l'application de comportements compensatoires adaptés. Le thème de la conduite automobile n'étant pas abordé au cours de leur formation universitaire, on peut penser que les neuropsychologues du Québec ont probablement les mêmes questionnements que leurs collègues anglais. À ce propos, la thèse permet d'orienter les cliniciens vers certains tests cognitifs (Code, Blocs de Corsi, Copie de symbole en double-tâche, UFOV, TMT, d2). Elle laisse également suggérer la

pertinence d'inclure des questionnaires sur les perceptions à l'égard des habiletés de conduite, des attitudes affectives à l'égard de la conduite automobile complexe, de même que sur les habitudes de conduite visant à évaluer la prévalence des stratégies autorégulatrices. En effet, il semble dorénavant indispensable d'adopter une approche complémentaire visant autant l'évaluation des limitations cognitives susceptibles d'altérer les habiletés de conduite que l'évaluation des comportements routiers adaptatifs et compensatoires. Considérant l'existence de comportements protecteurs chez les aînés et que du reste, le risque zéro n'existe pas, cette approche est absolument nécessaire. Elle s'avère en ce sens, orientée vers le principe d'aider les conducteurs âgés qui le peuvent à conduire le plus longtemps possible. Déjà formé à l'observation clinique des stratégies inhérentes au travail mental, notamment avec la *Boston Process Approach* fondée par Kaplan (White & Rose, 1997) qui insiste sur l'évaluation qualitative des processus et stratégies par lesquels le client parvient ou ne parvient pas à exécuter les tâches, par opposition au résultat du test en lui-même, les neuropsychologues semblent détenir en outre une certaine compétence dans l'observation et l'évaluation des stratégies compensatoires.

Les limites de l'étude et les pistes de recherches futures

En premier lieu, il importe de mentionner les limites du simulateur de conduite en tant qu'instrument de mesure et de prédiction des comportements routiers chez les conducteurs âgés. Il est d'abord évident que ces études ne reproduisent pas parfaitement l'environnement routier ni même, les sensations habituelles inhérentes à l'expérience de conduire un véhicule sur la route. Comme toutes les études en laboratoire, les études de

simulation de conduite placent d'autre part le participant en situation d'évaluation et peuvent ainsi induire un biais de désirabilité sociale et une anxiété de performance. Il importe également de mentionner qu'il était particulièrement difficile pour les participants de venir passer une demi-journée à l'université, un lieu peu familier pour eux. Pour réduire l'impact de ces biais sur les performances individuelles, il fallait tenir compte de ces appréhensions. Eu égard aux craintes que certaines personnes ont exprimées d'être dénoncées à la SAAQ lors du recrutement, il s'est également avéré important de rassurer chaque participant se présentant au laboratoire. La période de familiarisation avait à ce propos l'objectif d'acclimater les participants au laboratoire et de répondre à leurs appréhensions. Avec son bagage en psychologie clinique, l'expérimentateur de l'expérimentation détenait la compétence nécessaire pour tenir compte de ces aspects.

Du reste, une période d'entraînement leur permettait à la fois d'acquérir certains automatismes avec le simulateur, et une plus grande confiance avant de débiter la phase expérimentale. Le risque de blessures étant absent par exemple, les comportements des conducteurs ne résultent pas des mêmes motivations. Aussi, pour augmenter la validité écologique de l'expérience sur le simulateur et susciter une certaine motivation chez les conducteurs, ces derniers étaient invités à s'imaginer qu'ils se rendaient chez un membre de leur famille à 30 km de Montréal un dimanche après-midi. Eu égard aux à cette problématique également, il a semblé préférable de mesurer les comportements routiers adaptatifs par l'intermédiaire de questionnaires de réponses auto-rapportées. Il reste que les personnes âgées sont généralement moins familières avec la simulation de conduite que ne le sont les jeunes conducteurs, qui ont pour leur part, davantage d'expérience

dans des activités similaires comme les jeux vidéo ou les jeux sur ordinateur. À ce propos, l'expérimentation sur simulateur a profité d'un tout récent renouvellement, notamment en termes de redéfinition de la qualité des images et de leur résolution, ce qui a fortement contribué à augmenter sa validité écologique. Qui plus est, le simulateur employé possédait l'avantage d'être une voiture automatique complète, une Honda Civic, et de se conduire exactement comme un véhicule réel. Enfin, les appréhensions en termes de mal du simulateur ne se sont pas avérées aussi prégnantes qu'il l'avait été imaginé. Seule une personne s'est plaint de légers symptômes de vertige. Même si le participant a tenu à recommencer la simulation, laquelle s'est d'ailleurs déroulée sans d'autres difficultés, les données ont évidemment été écartées des analyses.

Certaines des mesures employées présentent d'autre part quelques faiblesses. Dans l'étude 1, le dispositif d'enregistrement propre à la tâche de détection périphérique ne récoltait pas les erreurs. À l'instar de certaines études, il aurait été pertinent de mesurer les faux positifs et les omissions qui représentent d'autres indicateurs intéressants du risque de collisions. Le nombre de variables à l'étude étant déjà très élevé, il a toutefois paru plus judicieux de se focaliser sur la vitesse de détection seulement, laquelle représente en elle-même une variable dépendante très pertinente selon la littérature sur la tâche PDT (Olsson & Burns, 2000). Ce choix méthodologique est d'autre part appuyé par les travaux de Rumar (1990) qui attribuent un rôle particulièrement important à la vitesse de détection dans la survenue des collisions. Ensuite, il est possible d'argumenter que la simulation de conduite ne comportait ni obstacle, ni danger, ni aucun effet de surprise. L'ajout de tels éléments au scénario de conduite aurait pu être pertinent dans la mesure où des analyses supplémentaires auraient peut-être permis d'avancer certaines

interprétations en termes de relations entre les prédicteurs à l'étude et le risque de collisions, comme c'est le cas dans l'étude de Rogé et collaborateurs (2005). Comparativement à d'autres études employant également des mesures de temps de détection sur simulateur ou sur voiture instrumentée, le dispositif utilisé était relativement invasif. Les réponses de détection manuelles requéraient de fait un déplacement de la main. Heureusement, la grande majorité des conducteurs conduisait à une main, en maintenant leur autre main sur le dispositif de détection, ce qui a contribué à réduire la variabilité dans le style de réponse. La variabilité occasionnée et la lourdeur de la tâche de détection sont tout de même des limites importantes de l'étude qui n'ont pas pu être contrôlées a posteriori. L'utilisation des clignotants, des freins ou encore d'un bouton situé directement sur le volant comme moyen de détection auraient en ce sens représenté des solutions beaucoup plus écologiques et se seraient également intégrées plus aisément à la tâche de conduite. Dans la mesure où il n'ajoute aucune charge cognitive supplémentaire pour le conducteur, l'emploi d'un oculomètre (*eye-tracker*) aurait également pu être avantageux. À ce propos, un essai a été effectué, mais a cependant échoué. Ces dispositifs sont particulièrement difficiles à intégrer dans un tel protocole sur simulateur à cause des interférences occasionnées par la composition métallique de l'habitacle. En somme, pour tous les biais inhérents au simulateur de conduite, il importe de préciser que les habiletés mesurées dans l'étude 1 peuvent différer des habiletés réelles. Il serait ainsi important de vérifier l'adéquation des présents résultats établissant une valeur prédictive des scores neuropsychologiques sur les vitesses de détection périphérique, notamment en situation de conduite sur route, par l'intermédiaire d'une tâche de détection classique ou de mesures oculaires.

Dans un même ordre d'idées, il importe de mentionner que la validité écologique de la tâche verbale, sensée simuler une conversation mains-libres n'était pas optimale. Les conditions de sa passation présentaient également certaines lacunes. En premier lieu, un questionnaire aurait pu être développé de manière à former une conversation suffisamment soutenue et plus naturelle. Étant donné que la tâche verbale ne s'accompagne d'aucune mesure de contrôle de sa qualité, on ne peut pas affirmer avec certitude que les conducteurs ont répondu avec la même rigueur et le même niveau d'effort, et qu'ils ont bien respecté les consignes relatives à l'allocation des priorités entre tâches. Les études qui utilisent des tâches verbales d'arithmétiques pour simuler les conversations téléphoniques au volant, ont à ce propos l'avantage de pouvoir contrôler le degré d'implication dans la tâche distractive, mais perdent toutefois en validité écologique. Il importe de mentionner que les consignes relatives à l'allocation des priorités entre tâches étaient prépondérantes et expliquées de manière très claire. La compréhension des participants était à ce propos systématiquement vérifiée. On peut en outre questionner la validité de la mesure de l'état de santé. Le manque d'association entre cette variable et la fréquence d'adoption de stratégies autorégulatrices montre d'abord un écart avec la littérature existante. Par ailleurs, l'échelle à 4 niveaux était probablement limitée et son augmentation aurait pu avoir eu un effet sur la dispersion de la variable et diminuer les effets plancher. D'autre part, la mesure aurait pu être augmentée en précision, notamment par la collecte du nombre de médicaments ou sur le nombre de problèmes de santé ayant fait l'objet d'un diagnostic comme c'est le cas dans d'autres études. Il importe de mentionner que les participants étaient spécifiquement invités à décrire leurs problèmes de santé dans le questionnaire de renseignements personnels. Comme seuls trois individus ont inscrit des informations dans cette section,

cette mesure n'a pas fait l'objet d'analyses. Il est toutefois de mise de se questionner sur la formulation de cette question qui touche le domaine de la vie privée. Vu la faiblesse du taux réponse, il est probable que de nombreux individus ne se soient pas prononcés par pudeur ou par principe.

Les deux articles de cette thèse présentent également quelques limites en ce qui concerne la représentativité et la généralisation des résultats. Le recrutement sur la base volontaire, et en majorité à partir du lectorat d'une revue s'adressant aux personnes âgées dynamiques, la revue *Le Bel Âge*, a probablement contribué à limiter la participation de conducteurs très âgés et de santé plus fragile. L'échantillon est également de petite taille (n=50). Il n'a pas été possible de recruter un échantillon plus grand compte tenu des moyens limités des études en laboratoire, qui sont très coûteuses en temps et en argent. En effet, chacun des participants devait se déplacer afin de compléter les tâches de conduite simulée et compléter les tests et les questionnaires. Le fait que les participants aient à se déplacer jusqu'au laboratoire de l'université a peut-être contribué à favoriser la formation d'un échantillon de conducteurs à plus haut fonctionnement. Dans l'idéal, il aurait été préférable de recruter l'ensemble de l'échantillon de manière aléatoire, comme il l'a été fait par exemple pour 20 participants, grâce à la sollicitation de personnes dans un centre commercial.

D'autre part, à cause du devis corrélationnel employé, il n'est pas possible de se prononcer sur l'impact des faiblesses neuropsychologiques sur les temps de détection ou les habitudes de conduite, mais plutôt d'informer sur l'association entre ces variables. De plus, il n'est pas possible, à partir des données de cette thèse, d'établir un lien de

causalité entre les scores obtenus aux tests et la survenue d'une collision. Un lien de cette nature ne peut être démontré qu'à partir d'études épidémiologiques analytiques de type « cas-témoin ». De même, le devis corrélationnel et le caractère continu de la variable dépendante ne permettent pas d'établir de valeurs seuils dans les tests neuropsychologiques, pouvant indiquer par exemple, la présence d'un ralentissement accru des temps de détection ou un écart significatif par rapport à la norme.

En ce qui concerne les résultats sur l'utilisation des stratégies autorégulatrices, les analyses permettent seulement d'indiquer une relation d'association entre les scores neuropsychologiques ou les perceptions subjectives des conducteurs à l'égard de leurs habiletés de conduite, et le recours aux stratégies d'évitement des situations exigeantes de conduite. Aucune interprétation ne peut être effectuées à l'égard de l'association de ces dernières avec les habiletés réelles sur route. Cette variable n'était pas à l'étude dans la thèse. Des études sont toutefois nécessaires pour clarifier cette relation. Il importe pour l'avenir de la recherche dans ce domaine, d'encourager les chercheurs à effectuer des études afin d'évaluer le niveau d'adéquation entre les perceptions subjectives des individus âgés à l'égard de leurs habiletés ou même de leur sentiment de contrôle, et le niveau réel de leurs habiletés, telles qu'évaluées sur la route. En outre, des études sont encore nécessaires afin de vérifier que le recours aux stratégies d'évitement routier est effectivement proportionnel aux difficultés objectives et afin de valider leur efficacité dans la réduction du risque de collisions. Il s'avère d'autre part, crucial de vérifier leurs inconvénients éventuels, l'évitement pouvant contribuer à diminuer l'exposition à certaines situations spécifiques et éventuellement faire décliner les habiletés inhérentes à ces situations. On peut éventuellement imaginer que les situations évitées puissent

progressivement devenir anxiogènes, entraînant conséquemment d'autres effets délétères sur la performance lorsque la situation ne peut être évitée. Enfin, il importe de s'intéresser aux autres types de stratégies autorégulatrices dont les connaissances sont encore plus rudimentaires.

Conclusion

Les conducteurs âgés détiennent l'un des plus hauts taux de collisions par kilomètre parcouru. Comme les tendances l'indiquent, ces derniers forment une part de plus en plus importante des usagers de la route. Même si les statistiques sont éloquentes, la société ne semble toutefois pas prête à relever le défi d'intégrer la population vieillissante à l'environnement routier. Au contraire, de nombreux stéréotypes circulent encore à l'endroit des conducteurs âgés dont les habiletés sont souvent décriées. La présente thèse se devait ainsi de démystifier certains préjugés relativement à l'âge et au genre, en adoptant au contraire une approche plurifactorielle et différentielle de façon à faire ressortir les différences individuelles existant dans ce groupe qui semble-t-il, est souvent considéré comme un objet d'étude homogène.

Pour parvenir à prévenir la détérioration du bilan routier occasionnée par l'augmentation des conducteurs âgés dans le réseau routier et à favoriser leur bonne intégration, il est crucial de connaître leurs caractéristiques, en l'occurrence, les facteurs de leur réussite sur la route, comme ceux de leurs difficultés. Certains professionnels de la santé ont non seulement la responsabilité de signaler l'inaptitude de leurs patients, mais également un fort pouvoir décisionnel les concernant. En raison des lourds impacts psychosociaux et

des questions d'éthique qu'entraîne la révocation du permis de conduire à l'âge avancé, il est crucial que les professionnels soient aiguillés par les chercheurs.

La contribution de l'approche neuropsychologique ayant fait l'objet davantage études portant sur les conducteurs âgés atteints d'affections neurologiques pathologiques, la présente thèse visait à évaluer la pertinence de cette approche auprès des conducteurs vieillissants de la population générale. Selon les résultats, les neuropsychologues ont beaucoup à apporter au domaine de l'évaluation des habiletés de conduite sécuritaire chez les aînés. Ces cliniciens sont souvent amenés à prendre des décisions sur les capacités du client à reprendre ses responsabilités en ayant recours à des tests neuropsychologiques dont la valeur de prédiction sur les activités fonctionnelles est souvent inconnue. Pour toutes sortes de raisons, les neuropsychologues se servent de leurs modèles théoriques, le plus souvent, pour effectuer des projections en lien avec les habiletés fonctionnelles.

Appuyé sur les concepts théoriques de la psychologie cognitive et de la neuropsychologie, ce travail visait en ce sens à évaluer la valeur prédictive des instruments classiques de la neuropsychologie dans la prédiction de la vitesse de détection périphérique, une habileté d'abord intimement liée au risque de collision, mais qui a également tendance à décroître au cours du vieillissement. La thèse parvient ainsi à identifier certains tests des fonctions attentionnelles et de la mémoire de travail qui sont de bons prédicteurs des temps de détection périphérique sur simulateur de conduite, ceci, tant en situation de conduite simple sur autoroute, qu'en présence d'une distraction verbale du même type qu'une conversation au téléphone « mains-libres ». À ce propos,

la thèse jette un éclairage original sur le thème de la distraction au volant. C'est le premier ouvrage à notre connaissance qui traite de l'implication des limitations neuropsychologiques dans l'explication des différences individuelles en termes de sensibilité à la distraction.

Après avoir vérifié l'existence d'un impact des faiblesses attentionnelles sur les habiletés de détection périphérique chez les conducteurs âgés, il paraissait en effet indispensable de vérifier si les conducteurs concernés prenaient des mesures stratégiques pour minimiser cet impact. Cette thèse s'inscrit donc dans une perspective de décloisonner les deux champs d'étude classiques en sécurité routière propres aux habiletés et au style de conduite, de manière à saisir plus globalement les questions d'insécurité routière liées au vieillissement cognitif chez les conducteurs âgés. Dans la mesure où les conducteurs âgés de la population générale sont connus pour être nombreux à modifier leurs habitudes de conduite de façon à limiter leur prise de risque, la thèse permet d'indiquer que les ajustements opérés ne sont pas arbitraires. Au contraire, la thèse fait la démonstration que les individus les plus atteints sur le plan des fonctions attentionnelles et de la mémoire de travail selon les scores obtenus aux tests, sont également ceux qui rapportent avoir davantage recours aux stratégies d'évitement des situations exigeantes.

Ainsi, le principal apport de la présente thèse réside dans la constatation que si d'une part, certaines limitations neuropsychologiques sont associées à une baisse des habiletés de détection périphérique, ces mêmes limitations s'accompagnent aussi de mesures autorégulatrices qui peuvent contribuer à réduire le risque routier. Bien que la recherche demeure rudimentaire, certains auteurs ont en effet démontré que les conducteurs âgés

faiblement compétents peuvent compenser le risque routier en ayant plus souvent recours aux stratégies d'évitement. D'après la thèse, il appert cependant que les conducteurs âgés sont nombreux à dire qu'ils n'évitent pas souvent les intersections alors que ces situations sont les plus fréquemment associées à leurs collisions. Des interventions spécifiques sont donc nécessaires pour mieux orienter et renforcer les tendances autorégulatrices naturelles des conducteurs âgés.

En parallèle, cette thèse contribue à accroître les connaissances relatives aux déterminants sociodémographiques et psychologiques de la conduite automobile sécuritaire chez les aînés. Il a en ce sens été nécessaire d'approfondir la réflexion sur le rôle de l'âge et du genre sur les comportements routiers chez ce segment de population, les stéréotypes étant particulièrement solides à ce sujet. Aucun des effets d'âge testé n'a atteint le seuil de significativité, ce qui veut dire que d'autres prédicteurs parvenaient mieux à expliquer les habiletés de détection périphérique et les tendances autorégulatrices. S'agissant maintenant du rôle du genre, il importe d'abord de mentionner qu'il est très rare de trouver des études qui rapportent son effet, en particulier dans les études traitant des déterminants des habiletés de conduite. Une première différence surprenante a été observée à l'effet que les temps de détection des conductrices avaient moins tendance à augmenter du fait de la distraction par rapport à la condition de base, mais les données ne permettent pas d'interpréter ce résultat. Les résultats montrent du reste que les femmes âgées n'ont pas plus de difficultés à réaliser les tâches sur simulateur que les hommes sinon, moins. Ensuite, la thèse montre également que les femmes se distinguent des hommes en ayant davantage tendance à éviter de conduire sur de longues distances. Ceci dit, les femmes de l'échantillon

rapportent des habitudes équivalentes dans les autres situations de conduite. Les résultats relativement au rôle des perceptions subjectives sur les tendances autorégulatrices, montrent enfin que les tendances à l'évitement routier des conducteurs varient non seulement avec le degré de leurs limites neuropsychologiques, mais également selon leur autoévaluation de leurs habiletés générales de conduite, de leur perception de contrôle en situations complexes ou risquées et leurs attitudes affectives relatives à ces situations.

La perspective neuropsychologique permet donc d'embrasser la conception selon laquelle, les concepts de déclin cognitif et d'incapacité sont deux choses bien distinctes. En ce sens, l'atteinte d'une fonction neuropsychologique n'aura pas forcément un lourd impact dans la vie fonctionnelle de l'individu, si celui-ci détient la flexibilité de mettre en place de nouvelles stratégies ayant l'effet de le compenser. Les neuropsychologues semblent conséquemment avoir un certain rôle à jouer, tant du point de vue de l'identification des conducteurs à haut risque de collisions où ils seront à même de prendre en compte l'ensemble des facteurs impliqués avec nuance, que dans l'élaboration d'intervention visant la conservation de la mobilité du plus grand nombre,

Bibliographie

- Ajzen I. (1991). The theory of planned behaviour. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Anstey, K. J., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. G. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Reviews*, 25, 45-65.
- Assailly, J. P., Bonin-Guillaume, S., Mohr, A., Parola, A., Grandjean, R., & Frances, Y. M. (2006). Healthy elderly drivers are more likely to commit errors or lapses than violations. Survey of 904 volunteers. *Presse Médicale*, 35(61), 941-947.
- Atkinson R. & Shiffrin R. (1968) « Human memory: A proposed system and its control processes » in K. Spence and J. Spence (dir.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, Vol. 2, p. 89-195, New York, Academic Press.
- Audet, T., & D'amours, M. (2002). *Étude des stratégies d'adaptation des automobilistes âgés en fonction de l'âge, du milieu de résidence, du sexe et des habiletés cognitives*. Rapport de recherche, Université de Sherbrooke, 266 p.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Baldock, M. R. J., Mathias, J. L., McLean, A. J., & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 1038-1045.
- Ball, K. K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D., Roth, D. L., McGwin, G., et al. (2006). Can High-Risk Older Drivers Be Identified Through Performance-Based Measures in a Department of Motor Vehicles Setting? *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(1), 77-84.
- Ball, K., & Owsley, C. (1991). Identifying correlates of accident involvement for the older driver. *Human Factors*, 33(5), 583-595.
- Ball, K., & Owsley, C. (1993). The useful field of view test: a new technique for evaluating age-related declines in visual function. *Journal of the American Optometric Association*, 64(1), 71-79.
- Ball, K., & Rebok, G. W. (1994). Evaluating the driving ability of older adults. *Journal of Applied Gerontology*, 13(1), 20-38.

- Ball, K., Owsley, C., & Sloane, M. (1991). Visual and cognitive predictors of driving problems in older adults. *Experimental Aging Research*, 17(2), 79-80.
- Ball, K., Owsley, C., Sloane, M. E., Roenker, D. L., & Bruni, J. R. (1993). Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes of older drivers. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 34(11), 3110-3123.
- Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D. L., Sloane, M. E., & Graves, M. (1998). Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 30, 313-322.
- Ball, K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D., Roth, D. L., McGwin, G., Jr., et al. (2006). Can High-Risk Older Drivers Be Identified Through Performance-Based Measures in a Department of Motor Vehicles Setting? *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(1), 77-84.
- Ball, K.K. & Owsley, C. (2003). Driving Competence: Its not a matter of age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 15, 1499-1501.
- Baltes, P. B., & Kliegl, R. (1992). Further testing of limits of cognitive plasticity: Negative age differences in a mnemonic skill are robust. *Developmental Psychology*, 28(1), 121-125.
- Bherer, L., Kramer, A., F., Peterson M., S. et al. (2004). Cognitive plasticity and aging : The effect of laboratory-based dual-task training on attentional control. *Tenth Cognitive Aging Conference*, Atlanta.
- Bieliauskas, L. A. (2005). Neuropsychological assessment of geriatric driving competence. *Brain Injury*, 19(3), 221-226.
- Bordeleau, B. (2007). Les collisions mortelles des 65 ans ou plus, Québec, Direction des études et des stratégies en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, 70 p.
- Brown, L., B. & Ott, B., R. (2004). Driving and Dementia: A Review of the Literature. *Journal of Geriatric Psychiatry Neurology*, 17, 232-240.
- Buée, L. & Maurage, C.-L. (2008). « Le Vieillissement: Des Molécules, des Cellules et des Structures Cérébrales en Involution » In Neuropsychologie du vieillissement normal et pathologique, p.11-26, Paris, Masson.
- Burkhardt, J. E., & McGavock, A. T. (1999). Tomorrow's older drivers. Who? How many? What impacts? *Transportation Research Record*, 1693, 62-70.
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in old adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging*, 17(1), 85-100.

- Cantin, V., Lavallière, M., Simoneau, M., & Teasdale, N. (2009). Mental workload when driving in a simulator: Effects of age and driving complexity. *Accident Analysis & Prevention*, *41*(4), 763-771.
- Cedersund, H. -A . (1990). Who drives, the man or the woman? VTI notat, vol. T86. Linköping, Sweden: VTI.
- Charlton, J. L., Oxley, J., Fildes, B., & Les, M. (2001). *Self-regulatory behaviour of older drivers*. Paper presented at the Road Safety Research, Policing and Education Conference, Melbourne, Victoria, Australia.
- Charlton, J. L., Oxley, J., Fildes, B., Oxley, P., Newstead, S., Koppel, S., & O'Hare, M., (2006). Characteristics of older drivers who adopt self-regulatory driving behaviours. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *9*(5), 363-373.
- Charlton, J., Oxley, J., Fildes, B., Oxley, P., Newstead, S., O'Hare, M., & Koppel, S., (2003). An investigation of self-regulatory behaviours of older drivers. Repéré à <https://www.monash.edu.au/muarc/reports/muarc208.html>
- Chicherio, C. (2006). « Contrôle exécutif et réseaux neurofonctionnels au cours du vieillissement normal: Un test de l'hypothèse de dé-différenciation cognitive ». Thèse de doctorat en ligne, Genève, Université de Genève, 439 p. Repéré à <http://archive-ouverte.unige.ch/downloader/pdf/tmp/fcd571gru7rl6bt9jh79p67qs6/out.pdf>
- Chollet, F. (2000). "Plasticity of the adult human brain". In J. C. Mazziotta & A. W. Toga. (Eds.), *Brain mapping: The systems* (pp. 621-638). San Diego, CA, US: Academic Press.
- Christie, N., Savill, T., Buttress, S., Newby, G., & Tyerman, A. (2001). Assessing fitness to drive after head injury: A survey of clinical psychologists. *Neuropsychological Rehabilitation*, *11*(1), 45-55.
- Classen, S., Shechtman, O., Stephens, B., Davis, E., Bendixen, R., Belchior, P., et al. (2006). The Impact of Roadway Intersection Design on Driving Performance of Young and Senior Adults: Preliminary Results. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, *22*(1), 18-26.
- Conseil des aînés du Québec (2010). Avis sur l'âgisme envers les aînés : état de la situation. Repéré à http://www.mfa.gouv.qc.ca/fr/publication/Documents/cda_01-Avis-sur-agisme.pdf
- Craik, F. I. M., & Byrd, M. (1982). Aging and cognitive deficits: The role of attentional resources. In F. I. M. Craik & S. Trehub (Eds.), *Aging and cognitive processes* (pp.

191-211). New York, NY, US: Plenum Press.

- Cushman, L. A. (1996). Cognitive capacity and concurrent driving performance in older drivers. *IATSS Research*, 20, 38–45.
- Daigneault, G., Joly, P., Frigon, J. Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology: Official Journal of the International Neuropsychological Society*, 24(2), 221-238.
- D'Ambrosio, L. A., Donorfio, L. K. M., Coughlin, J. F., Mohyde, M., & Meyer, J. (2008). Gender Differences in Self-Regulation Patterns and Attitudes Toward Driving Among Older Adults. *Journal of Women & Aging*, 20(3), 265 - 282.
- De Pelsmacker, P., Janssens, W. (2007). The effect of norms, attitudes and habits on speeding behavior : scale development and model building and estimation. *Accident Analysis & Prevention*, 39(1), 6-15.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). Can strategic and tactical compensation reduce crash risk in older drivers? *Age & Ageing*, 29(6), 517-521.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). The relationship between cognitive/neuropsychological factors and car driving performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(12), 1664-1668.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001). Short cognitive/neuropsychological test battery for first-tier fitness-to-drive assessment of older adults. *Clinical Neuropsychologist*, 15(3), 329-336.
- de Ribaupierre, A. (1998-2001). Dimensionnalité de l'inhibition cognitive au travers du lifespan. Swiss National Science Foundation, Grant N°1114-052565.
- Direction de la Sécurité Routière et la Prévention Routière (2008). Conduire: un risque professionnel. Repéré à <http://mairie-pussay.pagespersorange.fr/documents/conduire20080527.pdf>
- Duchek, J., M., Hunt, L. Ball, K., Buckles, V., & Morris J., C. (1998). Attention and Driving Performance in Alzheimer's Disease. *Journal of Gerontology*, (53)2, 130-141.
- Fisk, G. D., Owsley C., & Mennemeier, C. (2002). Vision, attention, and self-reported driving behaviors in community-dwelling stroke survivors. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 83(4), 469-477.
- Fisk, J. E., & Sharp, C. A. (2004). Age-Related Impairment in Executive Functioning: Updating, Inhibition, Shifting, and Access. *Journal of Clinical and Experimental*

Neuropsychology, 26(7), 874-890.

- Fonda, S. J., Wallace, R. B., & Herzog, A. R. (2001). Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. *Journal of Gerontology: Social Sciences*, 56B(6), 343-351.
- Garber, N., Srinivasan, A., 1991. Characteristics of accidents involving elderly drivers at intersections. Transportation Research Record 1325. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- Grady, C. L., Maisog, J. M., Horwitz, B., Ungerleider, L. G., Mentis, M. J., Salerno, J. A., et al. (1994). Age-related changes in cortical blood flow activation during visual processing of faces and location. *Journal of Neuroscience*, 14(3 Pt 2), 1450-1462.
- Grady, C. L., McIntosh, A. R., Horwitz, B., & Rapoport, S. I. (2000). Age-related changes in the neural correlates of degraded and nondegraded face processing. *Cognitive Neuropsychology*, 17(1-3), 165-186.
- Guerrier, J. H., Manivannan, P., & Nair, S. N. (1999). The role of working memory, field dependence, visual search, and reaction time in the left turn performance of older female drivers. *Applied Ergonomics*, 30(2), 109-119.
- Hakamies-Blomqvist, L., & Siren, A. (2003). Deconstructing a gender difference: driving cessation and personal driving history of older women. *Journal of Safety Research*, 34(4), 383-388.
- Hakamies-Blomqvist, L., & Wahlstrom, B. (1998). Why do older drivers give up driving? *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 305-312.
- Hakamies-Blomqvist, L., Siren, A. (2003). Deconstructing a gender difference: driving cessation and personal driving history of older women. *Journal of Safety Research*, 34(4), 383-388.
- Hancock, P. A., Lesch, M., & Simmons, L. (2003). The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver. *Accident Analysis & Prevention*, 35(4), 501-514.
- Harbluk J.L., Noy Y.I. & Eizenman M. (2002). The Impact of Cognitive Distraction on Driver Visual Behaviour and Vehicle Control. Report prepared for Transport Canada.
- Harbluk, J. L., Noy, Y., Trbovich, P. L., & Eizenman, M. (2007). An on-road assessment of cognitive distraction: Impacts on drivers' visual behavior and braking performance. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 372-379.

- Harms, L., & Patten, C. (2003). Peripheral detection as a measure of driver distraction. A study of memory-based versus system-based navigation in a built-up area. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6(1), 23-36.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108(3), 356-388.
- Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T., & Rypma, B. (1991). Age and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17(1), 163-169.
- Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T., & Rypma, B. (1991). Age and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17(1), 163-169.
- Hockey, G.R.J. (1986). A state control theory of adaptation and individual differences in stress management. In G.R.J. Hockey, A.W.K. Gaillard and M.G.H. Coles (Eds.), *Energetics and human information processing* (pp. 285-298). Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
- Horberry, T., Anderson, J., Regan, M. A., Triggs, T. J., & Brown, J. (2006). Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 38(1), 185-191.
- Jeandel, C. (2005). Les différents parcours du vieillissement, *Les Tribunes de la santé*, (7), 25-35.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Keskinen, E., Ota, H., & Katila, A. (1998). Older drivers fail in intersections: Speed discrepancies between older and younger male drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 323-330.
- Kray, J., & Lindenberger, U. (2000). Adult age differences in task switching. *Psychology and Aging*, 15(1), 126-147.
- L'Association canadienne des automobilistes et la Fondation de recherches sur les blessures de la route (2005). Conférence internationale sur la distraction au volant de Toronto. Repéré à <https://www.distracteddriving.ca/francais/documents/FRENCHDDProceedingsandRecommendations.pdf>
- Laapotti, S., & Keskinen, E. (2004). Has the difference in accident patterns between male and female drivers changed between 1984 and 2000? *Accident Analysis & Prevention*, 36(4), 577-584.

- Lansdown, T. C., (2002). Individual differences during driver secondary task performance: verbal protocol and visual allocation findings. *Accident Analysis & Prevention, 34*(5), 655-662.
- Lee, H. C., Cameron, D., & Lee, A. H. (2003). Assessing the driving performance of older adult drivers: on-road versus simulated driving. *Accident Analysis and Prevention, 35*(5), 797-803.
- Lee, H. C., Lee, A. H., & Cameron, D. (2003). Validation of a driving simulator by measuring the visual attention skill of older adult drivers. *American Journal of Occupational Therapy, 57*, 324-328.
- Lezak, M., Howieson, D., & Loring, D. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). New York: Oxford University Press.
- Lindenberger, U., Mayr, U., & Kliegl, R. (1993). Speed and intelligence in old age. *Psychology and Aging, 8*(2), 207-220.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (1998). Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers. *Accident Analysis & Prevention, 30*(3), 371-377.
- Lundqvist, A., Gerdle, B., & Ronnberg, J. (2000). Neuropsychological aspects of driving after a stroke--In the simulator and on the road. *Applied Cognitive Psychology, 14*(2), 135-150.
- Lyman, S., Ferguson, S. A., Braver, E. R., & Williams, A. F. (2002). Older driver involvements in police reported crashes and fatal crashes: trends and projections. *Injury Prevention, 8* (2), 116-120.
- MacDonald, M. C., Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). Working memory constraints on the processing of syntactic ambiguity. *Cognitive Psychology, 24*(1), 56-98.
- Mapstone, M., Rosler, A., Hays, A., Gitelman, D. R., & Weintraub, S. (2001). Dynamic allocation of attention in aging and Alzheimer disease. *Archives of Neurology, 58*(9), 1443-1447.
- Mapstone, M., Rosler, A., Hays, A., Gitelman, D. R., & Weintraub, S. (2001). Dynamic allocation of attention in aging and Alzheimer disease. *Archives of Neurology, 58*(9), 1443-1447.
- Marcil, I., Bergeron, J., Audet, T. (2001). Motivational factors underlying the intention to drink and drive in young male drivers. *Journal of Safety Research, 32*(4), 363-376.

- Marottoli, E.D. Richardson, M.H. Stowe, E.G. Miller, L.M. Brass & L.M. Cooney, et al. (1998). Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events. *Journal of the American Geriatric Society*, **46**, 562–568.
- Marottoli, R. A., & Richardson, E. D. (1998). Confidence in, and self-rating of, driving ability among older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, *30*(3), 331-336.
- Marottoli, R.A., C.F. Mendes de Leon, T.A. Glass, C.S. Williams, L.M. Cooney, & L.F. Berkman. (2000). Consequences of driving cessation: decreased out-of-home activity levels. *Journal of Gerontology: Series B-Psychological Sciences and Social Sciences* *55*(6): 334–340.
- Massie, D.L., Campbell, K.L., Williams, A.F., 1995. Traffic involvement rates by driver age and gender. *Accident Analysis and Prevention*, *27* (1), 73-87.
- McBain, W., N. (1970). Arousal, monotony, and accidents in line driving. *Journal of Applied Psychology*, *54*(6), 509-519.
- McKenna, P. (1998). Fitness to drive: A neuropsychological perspective. *Journal of Mental Health*, *7*(1), 9-18.
- McPhee, L. C., Scialfa, C. T., Dennis, W. M., Ho, G., & Caird, J. K., (2004). Age differences in visual search for traffic signs during a simulated conversation. *Human Factors*, *46*(4), 674-685.
- Michael L, B. (1986). Women drivers!: The emergence of folklore and stereotypic opinions concerning feminine automotive behavior. *Women's Studies International Forum*, *9*(3), 257-263.
- Michon, J. A. (1979). *Dealing with danger* (Traffic Safety Research Center, Report No. VK-79-1). Groningen, Université de Groningen.
- Michon, J. A. (1985). A critical review of driver behavior models: What we do know, what should we do? In L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), *Human behavior and traffic safety*. New York: Plenum.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49-100.
- Molnar, F. J., Byszewski, A. M., Marshall, S. C., Man-Son-Hing, M., Molnar, F. J., Byszewski, A. M., et al. (2005). In-office evaluation of medical fitness to drive: practical approaches for assessing older people. *Canadian Family Physician*, *51*, 372-379.

- Molnar, F. J., Patel, A., Marshall, S. C., Man-Son-Hing, M., & Wilson, K. G. (2006). Clinical Utility of Office-Based Cognitive Predictors of Fitness to Drive in Persons with Dementia: A Systematic Review. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(12), 1809-1824.
- Nielson, K. A., Langenecker, S. A., & Garavan, H. (2002). Differences in the functional neuroanatomy of inhibitory control across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17(1), 56-71.
- Norman, D.A. & Bobrow, D.J. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Nunes, L., & Recarte, M. A. (2002). Cognitive demands of hands-free-phone conversation while driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(2), 133-144.
- Nyberg, L., Cabeza, R., & Tulving, E. (1996). PET studies of encoding and retrieval: The HERA model. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3(2), 135-148.
- Odenheimer, G. L., Beudet, M., Jette, A. M., Albert, M. S., Grande, L., & Minaker, K. L. (1994). Performance-Based Driving Evaluation of the Elderly Driver: Safety, Reliability, and Validity. *Journal of Gerontology*, 49(4), 153-159.
- O'Donnell, R.D. et Eggemeier, F.T. (1986). Workload assessment methodology. In K. Boff, L. Kaufman & J. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance. Vol. II*. New York: Wiley.
- Okonkwo, O. C., Crowe, M. G., Wadley, V. G., Ball, K. K (2008). Visual attention and self-regulation of driving among older adults. *International Psychogeriatrics*, 20(1), 162-173.
- Olsson, S., & Burns, P. C. (2000). Measuring driver visual distraction with a peripheral detection task. Linköping, Suède, Université de Linköping.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD. (2001) Ageing and transport, mobility needs and safety issues. OECD Publishing.
- Owsley, C., Ball, K., Sloane, M. E., Roenker, D. L., & Bruni, J. R. (1991). Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychology & Aging*, 6(3), 403-415.
- Owsley, C., Stalvey, B. T., & Phillips, J. M. (2003). The efficacy of an educational intervention in promoting self-regulation among high-risk older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 35(3), 393-400.

- Owsley, C., Stalvey, B. T., & Phillips, J. M. (2003). The efficacy of an educational intervention in promoting self-regulation among high-risk older drivers. *Accident Analysis and Prevention, 35*(3), 393-400.
- Oxley, J., Charlton, J., Scully, J., & Koppel, S. (2010). Older female drivers: An emerging transport safety and mobility issue in Australia. *Accident Analysis & Prevention, 42*(2), 515-522.
- Parasuraman, R., & Nestor, P. G. (1991). Attention and Driving Skills in Aging and Alzheimer's Disease. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 33*(5), 539-557.
- Parker, D., Macdonald, L., Sutcliffe, P., & Rabbitt, P. (2001). Confidence and the older driver. *Ageing & Society, 21*(02), 169-182.
- Parker, D., McDonald, L., Rabbitt, P., & Sutcliffe, P. (2000). Elderly drivers and their accidents: the Aging Driver Questionnaire. *Accident Analysis & Prevention, 32*(6), 751-759.
- Patten, C. J. D., Kircher, A., Ostlund, J., Nilsson, L. & Svenson, O. (2006). Driver experience and cognitive workload in different traffic environments. *Accident Analysis & Prevention, 38*(5), 887-894.
- Perruchet, P. (1988). Une évaluation critique du concept d'automatisme. In P. Perruchet (dir.), *Les automatismes cognitifs* (p. 27-54). Liège, Mardaga.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola Symposium*, p. 55-85. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Publishers.
- Reason, J. T., Manstead, A., Stradling S. & Baxter, J. S., (1990). Errors and violations on the roads: A real distinction? *Ergonomics, 33*(10-11), 1315-1332.
- Recarte, M. A., & Nunes, L. (2002). Mental load and loss of control over speed in real driving.: Towards a theory of attentional speed control. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 5*(2), 111-122.
- Recarte, M. A., & Nunes, L. M. (2003). Mental workload while driving: Effects on visual search, discrimination, and decision making. *Journal of Experimental Psychology Applied, 9*(2), 119-137.
- Richardson, E.D., & Marottoli, R.A. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *Journal of Gerontology: Medical Sciences, 58*(8), 18-22.

- Rimmö, P.-A., & Hakamies-Blomqvist, L. (2002). Older drivers' aberrant driving behaviour, impaired activity, and health reasons for self-imposed driving limitations. *Transportation Research Part F*, 5, 345–360.
- Roenker, D. L., Cissell, G. M., Ball, K. K., Wadley, V. G., & Edwards, J. D. (2003). Speed-of-Processing and Driving Simulator Training Result in Improved Driving Performance. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 45(2), 218-233.
- Rogé, J., Pebayle, T., Campagne, A., & Muzet, A. (2005). Useful visual field reduction as a function of age and risk of accident in simulated car driving. *SO - IOVS*. 46(5). MAY 05. 1774-1779.
- Rudman, D. L., Friedland, J., Chipman, M., Sciortino, P., (2006). Holding on and letting go: the perspectives of pre-seniors and seniors on driving self-regulation in later life. *Canadian Journal on Aging*, 25(1), 65-76.
- Rumar, K. (1990). The basic driver error: late detection. *Ergonomics*, 33(10-11), 1281-1290.
- Salthouse, T. A. (1991). Mediation of adult age differences in cognition by reductions in working memory and speed of processing. *Psychological Science*, 2(3), 179-183.
- Salthouse, T. A. (1994). The nature of influence of speed on adult age differences in cognition. *Developmental Psychology*, 30(2), 240-259.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing. I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Shinar, D., Tractinsky, N., & Compton, R. (2005). Effects of practice, age, and task demands, on interference from a phone task while driving. *Accident Analysis & Prevention*, 37(2), 315-326.
- Simons, D. J., et Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28(9), 1059-1074.
- Siren, A., & Hakamies-Blomqvist, L. (2005). Sense and sensibility. A narrative study of older women's car driving. *Transportation Research Part F*, 8(3), 213-228.
- Siren, A., & Hakamies-Blomqvist, L. (2006). Does gendered driving create gendered mobility? Community-related mobility in Finnish women and men aged 65+. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(5), 374-382.

- Siren, A., Hakamies-Blomqvist, L., & Lindeman, M. (2004). Driving Cessation and Health in Older Women. *Journal of Applied Gerontology*, 23(1), 58-69.
- Smith, E.E. & Jonides, J. (1997). Working Memory : A view from Neuroimaging. *Cognitive Psychology* 33, 5-42.
- Stamatiadis, N., Taylor, W.C., McKelvey, F.X. (1991). Elderly drivers and intersection accidents. *Transportation Quarterly*, 45(3), 377-390.
- Statistique Canada (2010). Étude : Projections démographiques pour le Canada, les provinces et les territoires. Repéré à <http://www.statcan.gc.ca/pub/91-520-x/2010001/aftertoc-aprestdm2-fra.htm>
- Strayer, D. L., & Drews, F. A. (2004). Profiles in Driver Distraction: Effects of Cell Phone Conversations on Younger and Older Drivers. *Human Factors*, 46(4), 640-649.
- Stutts, J. C. (2005). How risky is the distracted driving ? Document présenté à la conférence internationale sur la distraction au volant, Toronto, Canada, du 2 au 5 octobre.
- Stutts, J. C., Reinfurt, D. W., Staplin, L., & Rodgman, E. A. (2001). *The role of driver distraction in traffic crashes*. Report prepared for AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC.
- Stutts, J. C., Stewart, J. R., & Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 337-346.
- Sullivan, K. A., Smith, S. S., Horswill, M. S., & Lurie-Beck, J. K. (2011). Older adults' safety perceptions of driving situations: Towards a new driving self-regulation scale. *Accident Analysis and Prevention*, 43(3), 1003-1009.
- Tardif, F. (2003). Les infractions et les sanctions reliées à la conduite d'un véhicule routier 1992-2001, Québec, SAAQ, 173 p.
- Tétréault, M. (1998). « Effets de l'âge et de la perception des capacités sur les comportements des conducteurs », Mémoire de maîtrise, Montréal, Université de Montréal, 140 p.
- Underwood, G., Chapman, P., Berger, Z., & Crundall, D. (2003). Driving experience, attentional focusing, and the recall of recently inspected events. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6(4), 289-304.
- Victor, T. W., Harbluk, J. L., & Engstrom, J. A. (2005). Sensitivity of eye-movement measures to in-vehicle task difficulty. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8(2) 167-190.

Wechsler (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale – Third Edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

White, R., F., Rose, F., E. (1997). “The Boston Process Approach: a brief history and current practice”. In *Contemporary Approaches to Neuropsychological Assessment*. p. 171-191. New York, Plenum Press.

Wickens, C.D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman & R. Davies (Eds.), *Varieties of attention*. New York: Academy Press.

Yerkes, R.M., & Dodson, J.D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology of Psychology*, 18, 459–482.

Annexe 1 :

Questionnaire de renseignements généraux des études 1 et 2

Code d'identification :**Renseignements Généraux****1.**a) Âge
___ ansDate de naissance :
_____**2.**

a) Occupation principale : [] Étudiant(e) [] Travailleur (se) * Autre (précisez) : _____

* Type d'emploi : _____

b) Nombre d'années scolaires complétées à partir de la 1^{ère} année
primaire : _____

Niveau d'étude (cochez un) : Primaire [] Secondaire [] Collège []

Université []

c) Comment décririez-vous votre état de santé ?

Mauvais []

Moyen []

Bon []

Excellent []

Si vous avez un problème de santé, précisez (diabète, hypertension, etc.): _____

3. Décrivez le véhicule que vous conduisez le plus souvent :

1 Type de véhicule : [] Voiture [] Camion

2 Fabricant : _____

Modèle : _____

3 Année : _____

4 Selon vous, ce véhicule est : [] Petit [] Intermédiaire [] Gros

5 Êtes-vous propriétaire de ce véhicule ? [] OUI [] NON

4. a) À quel âge avez-vous obtenu votre premier permis de conduire ? _____ ans

b) Depuis combien d'années conduisez-vous ? _____ ans

c) Au cours des 12 derniers mois, combien de jours par semaine avez-vous conduit en moyenne ?

Encerclez le chiffre correspondant 0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5 ----- 6 ----- 7

d) Combien de kilomètres parcourez-vous par semaine (en moyenne) ?

[] moins de 20 km

[] entre 50 et 150 km

[] plus de 300 km

[] entre 20 et 50 km

[] entre 150 et 300 km

7. Quand vous voulez aller quelque part, à quelle fréquence ÉVITEZ-VOUS les situations de conduite suivantes ?

(Pour chaque énoncé, faites un X dans la colonne qui reflète le mieux votre habitude)

Situation	J'évite toujours (5)	J'évite presque toujours (4)	J'évite souvent (3)	J'évite parfois (2)	Je n'évite jamais (1)
Une intersection complexe					
Un centre-ville inconnu					
Un centre-ville achalandé					
Les longues distances (plus de 150 km)					
Un virage à gauche à une intersection					
Une insertion dans une voie rapide					
Une circulation dense à l'heure de pointe					
Une autoroute					
Un changement de voie sur l'autoroute					
La conduite de nuit					
La conduite par mauvais temps					
Parler au cellulaire lorsque vous vous déplacez (si cela s'applique)					

Annexe 2 :

Questionnaire *Analyse des comportements routiers* (ACR-E), échelles A, F et H

Code d'identification: _____

Date : _____

Questionnaire ACR (version E)
(par Jacques Bergeron et Pierre Joly, Université de Montréal)

Ce questionnaire porte sur vos sentiments, vos habitudes et vos opinions en rapport avec différentes situations de conduite automobile. En répondant aux questions suivantes, pensez aux gestes que vous posez habituellement dans des circonstances semblables à celles qui sont décrites.

Pour chaque question, encerclez le chiffre qui correspond le mieux à votre opinion.

1^{er} comportement considéré : dépasser d'autres véhicules

A) **Dépasser d'autres véhicules**, je trouve cela :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai dépassé d'autres véhicules** :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

H) **Étant donné mes habiletés de conduite**, dépasser d'autres véhicules est :

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement Facile	très facile	plutôt facile	ni facile ni difficile	plutôt difficile	très difficile	extrêmement difficile

2^e comportement considéré : traverser une intersection sur le feu jaune

A) **Traverser une intersection sur le feu jaune**, je trouve cela :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai traversé une intersection sur le feu jaune :**

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

H) **Étant donné mes habiletés de conduite**, traverser une intersection sur le feu jaune est :

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement Facile	très facile	plutôt facile	ni facile ni difficile	plutôt difficile	très difficile	extrêmement difficile

3^e comportement considéré : conduire à très grande vitesse

A) **Conduire à très grande vitesse**, je trouve cela :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai conduit à très grande vitesse :**

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

4^e comportement considéré : conduire la nuit

A) **Conduire la nuit**, je trouve cela :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai conduit la nuit** :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

H) **Étant donné mes habiletés de conduite, conduire la nuit est** :

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement Facile	très facile	plutôt facile	ni facile ni difficile	plutôt difficile	très difficile	extrêmement difficile

5e comportement considéré: prendre les virages à grande vitesse sur une route rurale

A) **Prendre les virages à grande vitesse sur une route rurale, je trouve cela** :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai pris les virages à grande vitesse sur une route rurale** :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

6e comportement considéré: conduire dans un état de grande fatigue

A) **Conduire dans un état de grande fatigue, je trouve cela** :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai conduit dans un état de grande fatigue** :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

H) **Étant donné mes habiletés de conduite, conduire dans un état de grande fatigue est** :

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement Facile	très facile	plutôt facile	ni facile ni difficile	plutôt difficile	très difficile	extrêmement difficile

7^e comportement considéré : lorsque le feu passe au vert, essayer de démarrer plus vite qu'un autre conducteur

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai essayé de démarrer plus vite qu'un autre conducteur** :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

8^e comportement considéré : sur un boulevard à trois voies, dépasser par la voie de droite pour ensuite revenir sur la voie du centre

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai dépassé par la voie de droite pour ensuite revenir sur la voie du centre** :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

9^e comportement considéré : suivre une auto de près :

A) Suivre une auto de près, je trouve cela :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai suivi une auto de près :**

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

H) **Étant donné mes habiletés de conduite, suivre une auto de près est :**

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement Facile	très facile	plutôt facile	ni facile ni difficile	plutôt difficile	très difficile	extrêmement difficile

10^e comportement considéré: sur un boulevard à trois voies, prendre la voie de gauche pour circuler plus rapidement

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai pris la voie de gauche pour circuler plus rapidement :**

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

11^e comportement considéré: prendre volontairement des risques en conduisant

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai pris volontairement des risques en conduisant:**

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

12e comportement considéré : conduire après avoir pris un ou deux verres (taux d'alcool en bas de la limite légale)

A) Conduire après avoir pris un ou deux verres, je trouve cela :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, quand l'occasion s'est présentée, j'ai conduit après avoir pris un ou deux verres :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

H) Étant donné mes habiletés de conduite, conduire après avoir pris un ou deux verres est :

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement Facile	très facile	plutôt facile	ni facile ni difficile	plutôt difficile	très difficile	extrêmement difficile

13e comportement considéré : conduire à 10-20 km/h au-dessus de la limite de vitesse :

F) Au cours de la dernière année, quand l'occasion s'est présentée, j'ai conduit à 10-20 km/h au-dessus de la limite de vitesse :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

14e comportement considéré: conduire plusieurs heures sans arrêter pour se détendre

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai conduit plusieurs heures sans arrêter pour me détendre :**

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

15e comportement considéré: conduire malgré des conditions atmosphériques défavorables

A) **Conduire malgré des conditions atmosphériques défavorables, je trouve cela :**

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai conduit malgré des conditions atmosphériques défavorables:**

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

H) **Étant donné mes habiletés de conduite, conduire malgré des conditions atmosphériques défavorables est:**

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement Facile	très facile	plutôt facile	ni facile ni difficile	plutôt difficile	très difficile	extrêmement difficile

16e comportement considéré: monter dans un véhicule dont le conducteur ou la conductrice a pris trois consommations (bière, vin ou spiritueux) au cours des deux dernières heures

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, je suis monté dans un véhicule dont le conducteur ou la conductrice avait pris trois consommations au cours des deux dernières heures :**

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

17e comportement considéré: à un signal d'arrêt (stop), se contenter de ralentir sans arrêter complètement

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, je me suis contenté(e) de ralentir sans arrêter complètement** :

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

18e comportement considéré: conduire à la même vitesse que d'habitude dans des conditions atmosphériques défavorables

A) **Conduire à la même vitesse que d'habitude dans des conditions atmosphériques défavorables**, je trouve cela :

1	2	3	4	5	6	7	8
Extrêmement désagréable	très désagréable	moyennement désagréable	un peu désagréable	un peu agréable	moyennement agréable	très agréable	Extrêmement agréable

F) Au cours de la dernière année, **quand l'occasion s'est présentée, j'ai conduit à la même vitesse que d'habitude dans des conditions atmosphériques défavorables**:

1	2	3	4	5	6	7
Jamais	très rarement	rarement	parfois	souvent	très souvent	toujours

H) **Étant donné mes habiletés de conduite**, conduire à la même vitesse que d'habitude dans des conditions atmosphériques défavorables est :

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement Facile	très facile	plutôt facile	ni facile ni difficile	plutôt difficile	très difficile	extrêmement difficile

Annexe 3 : « Formulaire de consentement »

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Titre de la recherche :

Rôle des processus attentionnels dans les habiletés et le style de conduite des automobilistes

Examinatrice :

Mylène Hazel, B.Sc.

Directeur de recherche :

Jacques Bergeron, professeur agrégé, Département de psychologie, Université de Montréal

A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

1. Objectifs de la recherche

Ce projet vise à mieux comprendre l'influence des capacités cognitives d'attention visuelle individuelles sur l'aptitude à conduire un véhicule en situation de distraction au volant et sur le style de conduite. L'étude évalue cette relation au regard de l'âge et du sexe des conducteurs.

2. Participants à la recherche

La participation à cette recherche consiste à :

- ✓ Répondre à un bref questionnaire qui porte sur les habitudes de conduite ;
- ✓ Passer des tests cognitifs (papier-crayon ou informatisés) évaluant les capacités d'attention et de perception visuelle
- ✓ Participer à une expérimentation sur simulateur de conduite.

Le protocole est d'une durée totale d'environ 2h et se déroule sur une seule séance.

3. Confidentialité

Les renseignements que vous nous donnerez demeureront confidentiels. Chaque participant à la recherche se verra attribuer un numéro et seul le chercheur principal et/ou la personne mandatée à cet effet auront la liste des participants et des numéros qui leur auront été attribués. De plus, les renseignements seront conservés dans un classeur sous clé situé dans un bureau fermé. Aucune information permettant de vous identifier d'une façon ou d'une autre ne sera publiée. Ces renseignements personnels seront détruits sept ans après cette date. Les données recueillies seront uniquement analysées à des fins de recherche scientifique. Considérant l'éventuelle publication des résultats de cette étude, les conclusions seront exprimées en fonction de l'ensemble des sujets ayant participé.

4. Avantages et inconvénients

En participant à cette recherche, vous pourrez contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine de la sécurité routière, spécifiquement sur l'impact des

différences individuelles sur la capacité à conduire en situation de distraction au volant. Vous aurez également la chance d'essayer une technologie hors du commun, en l'occurrence le simulateur de conduite.

Par contre, il arrive que celui-ci provoque chez certains un inconfort ou un malaise, comparable au mal des transports. Le cas échéant, l'expérimentation serait immédiatement arrêtée et annulée.

5. Droit de retrait

Votre participation est entièrement volontaire. Vous êtes libre de vous retirer en tout temps par avis verbal, sans préjudice et sans devoir justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur, au numéro indiqué à la dernière page de ce document. Si vous vous retirez de la recherche, les renseignements qui auront été recueillis au moment de votre retrait seront détruits.

6. Indemnité

Chaque participant de l'étude sera récompensé d'un montant d'argent de 20,00 \$.

B) CONSENTEMENT

Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur ma participation à la recherche et comprendre le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de cette recherche.

Après réflexion, je consens librement à prendre part à cette recherche. Je sais que je peux me retirer en tout temps sans préjudice et sans avoir à justifier ma décision.

Je consens à ce que les données recueillies dans le cadre de cette étude soient utilisées pour des projets de recherche subséquents de même nature, conditionnellement à leur approbation par un comité d'éthique de la recherche et dans le respect des mêmes principes de confidentialité et de protection des informations.

Oui Non

Signature : _____

Date : _____

Nom : _____

Prénom : _____

Je déclare avoir expliqué le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de l'étude et avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées.

Signature du chercheur : _____
 (ou de son représentant)

Date : _____

Nom : _____

Prénom : _____

Annexe 4 :

Lettre de l'éditeur de la Revue canadienne du vieillissement

« Chère Miss Hazel:

Le manuscrit intitulé « Sensibilité de l'évaluation neuropsychologique dans la prédiction des habiletés de détection périphérique chez les conducteurs âgés » (RCV-0096-F) que vous avez soumis à la Revue canadienne du vieillissement a été évalué. Les commentaires des relecteurs sont inclus au bas de cette lettre.

Des révisions majeures doivent être apportées à votre manuscrit avant qu'il puisse être considéré pour publication dans la Revue canadienne du vieillissement. Je vous invite donc à répondre aux commentaires des relecteurs et à réviser votre manuscrit.

Pour réviser votre manuscrit, connectez-vous à <http://mc.manuscriptcentral.com/cja-rcv> et rendez-vous à votre « Author Center ». Là, vous trouverez le titre de votre manuscrit dans la section «Manuscripts and Decisions ». Sous «Actions» cliquez sur « Create a Revision ». Votre numéro de manuscrit a été annexée à désigner une révision.

Vous serez incapable de faire vos révisions sur la version originale du manuscrit. Réviser plutôt votre manuscrit en utilisant un programme de traitement de texte et sauvegardez-le sur votre ordinateur. Veuillez mettre en évidence les changements à votre manuscrit en utilisant une mode dans MS Word ou en utilisant des caractères gras ou colorés. Une fois que le manuscrit révisé est préparé, vous pouvez le télécharger et le soumettre par votre « Author Center ».

Lorsque vous soumettrez votre manuscrit révisé, vous pourrez répondre aux commentaires faits par les relecteurs dans l'espace prévu à cet effet. Vous pouvez utiliser cet espace pour documenter n'importe quels changements que vous faites au manuscrit original. Pour accélérer le traitement du manuscrit révisé, s'il-vous-plaît être aussi spécifique que possible dans votre réponse aux relecteurs.

IMPORTANT : Vos dossiers originaux sont disponibles quand vous téléchargez votre manuscrit révisé. Veuillez s'il-vous-plaît effacer des dossiers redondants avant de compléter la soumission.

Parce que nous essayons de faciliter le processus la publication des manuscrits soumis à la Revue canadienne du vieillissement le plus rapidement possible, votre manuscrit révisé devrait être téléchargé le plus tôt possible. Si ce n'est pas possible pour vous de soumettre votre révision dans un délai raisonnable, nous devons possiblement considérer votre manuscrit révisé comme une nouvelle soumission.

Merci encore d'avoir soumis votre manuscrit à la Revue canadienne du vieillissement et j'attends la réception de votre révision.

Cordialement,

Philippe Landreville, Ph.D.

Rédacteur section Psychologie, La Revue canadienne du vieillissement
Psychology Editor, Canadian Journal on Aging

Annexe 5 :**Accusé de réception de la Revue Canadienne des sciences du comportement**

« Dr. Hazel-

Nous avons reçu votre manuscrit intitulé Les stratégies autorégulatrices chez les conducteurs âgés: implication des variables neuropsychologiques et des perceptions subjectives. Vous devriez recevoir un avis de l'état de votre manuscrit dans les 60 à 90 jours. Au cours de cette période, vous ne devriez pas proposer votre manuscrit à une autre revue.

Sincerely,

Canadian Journal of Behavioural Science Editorial Office »