Régulation de la conduite automobile chez les femmes et les hommes âgés

Laetitia Marie Dit Asse

▶ **To cite this version:**

Laetitia Marie Dit Asse. Régulation de la conduite automobile chez les femmes et les hommes âgés. Santé publique et épidémiologie. Université Claude Bernard - Lyon I, 2015. Français. NNT : 2015LYO10042 . tel-01212862v2

HAL Id: tel-01212862
https://hal.science/tel-01212862v2

Submitted on 2 Feb 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

N° d'ordre : 42 - 2015 Année 2015

Université de Lyon

Université Claude Bernard Lyon 1

Ecole Doctorale Interdisciplinaire Sciences Santé ED N° 205

Doctorat

Discipline : Épidémiologie, Santé publique, Recherche sur les services de santé

Laëtitia MARIE DIT ASSE

Régulation de la conduite automobile chez les femmes et les hommes âgés

Thèse dirigée par Bernard Laumon

Soutenue le 31 mars 2015

Jury :

Monsieur Emmanuel Lagarde, directeur de recherche, Bordeaux, France	Rapporteur
Madame Sylvie Bonin-Guillaume, professeur, Marseille, France	Rapporteur
Madame Marie-Axelle Granié, directrice de recherche, Salon de Provence, France	Rapporteur
Monsieur Bernard Laumon, directeur de recherche, Bron, France	Directeur
Madame Sylviane Lafont, chargée de recherche, Bron, France	Encadrante
Madame Colette Fabrigoule, directrice de recherche émérite, Bordeaux, France	Examinateur
Monsieur Claude Gilbert, directeur de recherche émérite, Grenoble, France	Examinateur
Madame Barbara Charbotel, professeur, Lyon, France	Examinateur

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

Président de l'Université	**M. François-Noël GILLY**
Vice-président du Conseil d'Administration	M. le Professeur Hamda BEN HADID
Vice-président du Conseil des Etudes et de la Vie Universitaire	M. le Professeur Philippe LALLE
Vice-président du Conseil Scientifique	M. le Professeur Germain GILLET
Directeur Général des Services	M. Alain HELLEU

COMPOSANTES SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est – Claude Bernard	Directeur : M. le Professeur J. ETIENNE
Faculté de Médecine et de Maïeutique Lyon Sud – Charles Mérieux	Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Faculté d'Odontologie	Directeur : M. le Professeur D. BOURGEOIS
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directeur : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation	Directeur : M. le Professeur Y. MATILLON
Département de formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directeur : Mme. la Professeure A-M. SCHOTT

COMPOSANTES ET DEPARTEMENTS DE SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Faculté des Sciences et Technologies	Directeur : M. F. DE MARCHI
Département Biologie	Directeur : M. le Professeur F. FLEURY
Département Chimie Biochimie	Directeur : Mme Caroline FELIX
Département GEP	Directeur : M. Hassan HAMMOURI
Département Informatique	Directeur : M. le Professeur S. AKKOUCHE
Département Mathématiques	Directeur : M. le Professeur Georges TOMANOV
Département Mécanique	Directeur : M. le Professeur H. BEN HADID
Département Physique	Directeur : M. Jean-Claude PLENET
UFR Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives	Directeur : M. Y.VANPOULLE
Observatoire des Sciences de l'Univers de Lyon	Directeur : M. B. GUIDERDONI
Polytech Lyon	Directeur : M. P. FOURNIER
Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique	Directeur : M. G. PIGNAULT
Institut Universitaire de Technologie de Lyon 1	Directeur : M. le Professeur C. VITON
Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education	Directeur : M. le Professeur A. MOUGNIOTTE
Institut de Science Financière et d'Assurances	Directeur : M. N. LEBOISNE

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier mon encadrante de thèse, Sylviane Lafont, pour la confiance qu'elle m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail doctoral, et pour toutes les heures qu'elle y a consacrées. Les nombreuses discussions que nous avons eues ainsi que ses conseils sont pour beaucoup dans le résultat final de ce travail. Ses nombreuses relectures et corrections de cette thèse ont été très appréciables. Enfin, j'ai été extrêmement sensible à ses qualités humaines d'écoute et de compréhension tout au long de ces années.

Mes remerciements vont également à Bernard Laumon, pour avoir accepté de diriger cette thèse malgré ses nombreuses charges. Sa compétence, sa rigueur scientifique et sa clairvoyance m'ont beaucoup apporté.

Je voudrais également remercier Emmanuel Lagarde, Sylvie Bonin-Guillaume, et Marie-Axelle Granié d'avoir accepté de relire cette thèse et d'en être rapporteurs. J'exprime tous mes remerciements à l'ensemble des membres de mon jury : Colette Fabrigoule, Claude Gilbert et Barbara Charbotel. Par ailleurs, je souhaiterais remercier les membres de mon comité de suivi de thèse : Vivian Viallon et Colette Fabrigoule.

Je sais infiniment gré à Colette Fabrigoule, avec qui j'ai eu la chance de pouvoir travailler, de s'être rendue disponible, et de m'avoir prodigué maints conseils. Sa rigueur, sa capacité d'analyse et ses très nombreuses connaissances ont apporté une relecture et des conseils toujours très pertinents et m'ont permis de progresser.

Je souhaite aussi exprimer ma gratitude à tous les responsables et aux équipes qui ont réalisé la cohorte des 3-Cités qui m'ont permis d'avoir un accès à toutes les données et sans qui ce travail n'aurait pas pu aboutir. Je remercie tout particulièrement Catherine Helmer et Mélanie Le Goff pour leurs différents envois et explications sur ces données. Je souhaite également remercier l'équipe et les responsables du projet SAFEMOVE et MG-Cog CAPA dont les données m'ont permis la réalisation de ce travail.

Je remercie l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux qui a financé cette thèse mais également qui a contribué à mon financement pour un séjour de 3 mois en Suède au sein du Swedish National Road and Transport Research Institute. Par ailleurs, je souhaiterais remercier l'équipe qui m'a accueillie sur place, et en particulier la personne qui a organisé ma venue, Lena Levin.

Je remercie tous les membres et ex-membres de l'équipe d'accueil (Unité Mixte de Recherche Épidémiologique et de Surveillance Transport Travail Environnement : UMRESTTE) pour le climat sympathique dans lequel ils m'ont permis de travailler. Les nombreuses discussions que j'ai pu avoir avec chacun m'ont beaucoup apporté. Je voudrais exprimer particulièrement ma reconnaissance à ma collègue de bureau, Colette Minsta Eya, pour son soutien dans cette dernière année et d'avoir essayé dans de multiples conversations de refaire le monde. Je remercie également toutes les personnes qui ont partagé un café avec moi qui se reconnaitront.

J'adresse toute ma gratitude à ma famille, mes parents et mes grands-parents sans qui je ne serais pas arrivée là. Je remercie également mon frère et ma sœur qui ont su être là pour moi. Mes remerciements vont également à tous mes ami(e)s et à toutes les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail.

Je remercie tout particulièrement à Vincent Guillot qui m'a supporté et m'a encouragé tout le long de mes études. Très humblement, je voudrais te dire merci pour ton soutien pendant mes périodes de doutes et pour tes multiples encouragements répétés.

Une pensée pour terminer ces remerciements pour toi qui n'a pas vu l'aboutissement de mon travail mais je sais que tu en aurais été très fière.

Résumé

Le vieillissement de la population conduit à de nouveaux enjeux sociétaux. Une des implications de ce vieillissement concerne la question du maintien de la mobilité des plus âgés afin de préserver leur autonomie le plus longtemps possible. Jusqu'à présent et pour quelques décennies encore, l'essentiel de la mobilité est assurée par l'usage de la voiture. La conduite automobile est une activité complexe qui requiert des capacités sensorielles, fonctionnelles mais aussi des capacités cognitives. Or le vieillissement, même normal, s'accompagne d'une légère détérioration de ces différentes fonctions. Les personnes âgées sont toutefois peu impliquées dans les accidents corporels de la route. En effet, pour beaucoup de conducteurs, la mise en place de stratégies de régulation de la conduite leur permet de continuer à conduire de manière sécuritaire. Ces stratégies consistent en une diminution de leur exposition routière, en diminuant le nombre de kilomètres qu'ils parcourent ou en évitant certaines situations de conduite, avec à terme un arrêt définitif de la conduite. La littérature montre que ce processus de régulation se met en place progressivement dans l'âge et s'accentue avec l'aggravation des déficits. Elle montre également que ce processus se met en place différemment chez les hommes et chez les femmes. Le but de cette thèse est d'approfondir les recherches déjà menées sur le processus de régulation chez les hommes et les femmes âgés, en prenant en compte des déficits sensoriels, physiques et cognitifs, et en s'intéressant particulièrement à la pré-démence et à la démence.

Ainsi, nous montrons que les femmes régulent plus, plus tôt, et pour des raisons difficiles à appréhender, alors que les hommes régulent davantage leur conduite en fonction de leur état de santé. Du fait que plus de femmes s'arrêtent de conduire à un stade pré-démentiel, la démence ne joue pas sur la restriction de leur activité de conduite, en distance parcourue ou en évitements de situations de conduite. Elle impacte directement l'arrêt de la conduite. En revanche, chez les hommes qui s'arrêtent moins en phase pré-démentielle, la démence impacte tout le processus de régulation de la conduite, de la restriction à l'arrêt.

Concernant les déficits cognitifs, ils ont un effet sur le début du processus de régulation de la conduite des hommes comme des femmes, mais pas sur l'arrêt de la conduite des femmes car elles s'arrêtent avant une dégradation de ces fonctions. D'autres facteurs vont impacter la régulation de la conduite des hommes comme celle des femmes, et d'autres facteurs ont un effet spécifique chez les hommes ou chez les femmes.

Notre travail aura contribué à mieux comprendre le processus de régulation dans son ensemble chez les hommes et chez les femmes séparément. Une des perspectives de ce travail sera d'étudier les conséquences de l'arrêt de la conduite avec des conséquences probablement différentes chez les hommes et les femmes.

Mots clés : conducteurs ; âgés ; régulation ; arrêt ; hommes ; femmes ; santé ; cognition ; démence ; pré-démence ; facteurs associés ; 3-Cités ; MG-Cog CAPA ; SAFEMOVE ;

Abstract

With increased life expectancy comes an aging of the population, and creates new societal challenges. One challenge of demographic aging is to maintain the independence and mobility of seniors for as long as possible. Today, and likely for decades to come, the private automobile is often the mainstay of personal mobility. Driving a car remains a complex activity, requiring sensory and functional capacities, and also certain cognitive capacities. But the aging process causes a progressive deterioration of these various capacities. In spite of which seniors remain under-represented in road trauma statistics! This can be explained by senior drivers adapting they driving habits in favor of better safety. Typical adaption strategies aim to reduce their exposure to traffic dangers, by driving less and by avoiding at-risk situations, ending up by not driving at all. Available study-reports suggests that such a strategy of adaption occurs progressively, as a reaction to the aging process, and so is accentuated by aggravation of a driver's deficiencies. This literature also suggests that the adaption process may occur differently for men and for women. The aim of the current study has been to further investigate the process of adaption, for senior men and women. Taking into account the decline of sensory, physical and cognitive capacities and with particular attention to the periods just before and after the onset of geriatric senility.

Hence we establish that women adapt more their driving habits, and sooner too but for no obvious reason, whilst men tend to adapt in closer correlation with their state of health. As there are many women who have stopped driving already before senility, senility is not then a major influence on the distances they drive nor the situations they avoided, but rather impacts directly the decision to stop driving.

Regarding cognitive deficiencies, they influence the adaption process right from the start, both for men and for women, but do not explain that women cease to drive long before a significant decline has occurred. Certain other factors influence the strategies of adaption for both men and women alike, whilst there are still other factors having a specific effect either on men or else on women.

Our work in this study has led to a better understand of the adaption process (of driving habits by seniors), as a whole, and for men and women separately. A possible follow-on would be to investigate the impact that ceasing to drive then has, probably different, on the lives of men and of women.

Keywords: drivers ; elderly ; driving regulation ; driving cessation ; men ; women ; health ; cognition ; dementia ; pre-dementia ; associated factors ; 3-Cities ; MG-Cog CAPA ; SAFEMOVE ;

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE 18

I- CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE 18

II- LA CONDUITE AUTOMOBILE 19

II- A- Une activité complexe 19

II- B- Une activité marquée par des différences d'hommes et de femmes ... 20

III- LES MODIFICATIONS LIEES AU VIEILLISSEMENT 21

III- A- Vieillissement normal 21

III- A- 1- Fonctions visuelles 22

III- A- 2- Fonctions motrices 22

III- A- 3- Fonctions cognitives 22

III- B- Vieillissement pathologique 24

III- B- 1- Pathologies touchant les fonctions visuelles 24

III- B- 2- Pathologies neurologiques et psychologiques 24

IV- LES STRATEGIES DE REGULATION DE LA CONDUITE AUTOMOBILE 27

IV- A- Les différents indicateurs de régulation 27

IV- B- Les facteurs sociodémographiques associés à la régulation de la conduite 29

IV- B- 1- L'âge 29

IV- B- 2- Le revenu et le niveau d'études 29

IV- B- 3- Le mode de vie et le statut marital 30

IV- B- 4- L'effet propre du sexe 30

IV- B- 5- Des facteurs sociogéographiques 30

IV- C- Les facteurs de santé associés à la régulation de la conduite 31

IV- C- 1- Le niveau sensoriel 32

IV- C- 2- Le niveau cognitif 33

V- OBJECTIF 35

CHAPITRE 1 L'ARRET DE LA CONDUITE AUTOMOBILE 37

I- PROBABILITE D'ARRET DE LA CONDUITE DES HOMMES ET DES FEMMES AU COURS DU PROCESSUS DEMENTIEL 38
I- A- Méthode *38*
I- A- 1- Population d'étude : la cohorte des 3-Cités (3C) 38
I- A- 2- Définition de la variable d'intérêt 41
I- A- 3- Facteur étudié : la démence 41
Diagnostic de démence 41
Autres pathologies du SNC 41
I- A- 4- Mesures utilisées 42
Evaluation cognitive 42
Facteurs sociodémographiques 42
I- A- 5- Analyses statistiques 42
I- B- Résultats *43*
I- B- 1- Description de la population 43
I- B- 2- Activité de conduite chez les hommes et les femmes âgés de 65 ans ou plus 43
I- B- 3- Arrêt de la conduite chez les hommes et les femmes âgés de 65 ans ou plus . 44
I- B- 4- Activité de conduite au moment du diagnostic de démence 44
I- B- 5- Arrêt de la conduite au moment du diagnostic de démence 44
I- B- 6- Arrêt de la conduite après le diagnostic de démence 45
II- DETERMINANTS DE L'ARRET DE LA CONDUITE SUR 10 ANS 47
II- A- Méthode *47*
II- A- 1- Facteurs étudiés 47
Facteurs cognitifs 47
Plainte cognitive 48
Vision 49
Fonctions physiques 49
Facteurs de santé et consommation de médicaments 49
Autre facteur en lien avec la conduite 50
Facteurs sociodémographiques 50
II- A- 2- Stratégie d'analyse 50
II- B- Résultats *53*
II- B- 1- Caractéristiques des conducteurs et conductrices 53

II- B- 2- Facteurs d'arrêt de la conduite automobile 57
Facteurs associés à l'arrêt de la conduite, analyse multivariée chez les hommes et chez les femmes 57
III- SYNTHESE DU CHAPITRE 59
CHAPITRE 2 AUTRES INDICATEURS DE REGULATION DE LA CONDUITE 60
I- DETERMINANTS DE LA RESTRICTION DE LA CONDUITE SUR 6 ANS 60
I- A- Méthode 61
I- A- 1- Population d'étude : la cohorte des 3-Cités (3C) 61
I- A- 2- Définition de la variable d'intérêt 62
I- A- 3- Facteurs étudiés 62
Facteurs cognitifs 62
Pathologies du SNC 64
Plainte cognitive (cf. chapitre 1 page 47) 65
Fonctions physiques 65
Fonctions visuelles et chutes 65
Autres facteurs de santé et consommation de médicaments 65
Autres facteurs en lien avec la conduite automobile 66
Facteurs sociodémographiques 66
I- A- 4- Stratégie d'analyse 66
I- B- Résultats 68
I- B- 1- Caractéristiques des conducteurs et conductrices 68
I- B- 2- Facteurs de restriction de la conduite automobile 68
Facteurs associés à une restriction de la conduite, analyse multivariée chez les hommes et chez les femmes 69
II- DETERMINANTS DU NOMBRE DE SITUATIONS DE CONDUITE EVITEES 70
II- A- Méthode 70
II- A- 1- Population d'étude 70
II- A- 2- Définition de la variable d'intérêt 71
II- A- 3- Facteurs étudiés 71
Évaluation cognitive 71
Difficultés cognitives ressenties 72

Fonctions physiques 72
Fonctions visuelles 72
État de santé 72
Autres facteurs en lien avec la conduite automobile 73
Facteurs sociodémographiques et sociaux 73
II- A- 4- Stratégie d'analyse 74
II- B- Résultats 75
II- B- 1- Caractéristiques des conducteurs et conductrices 75
II- B- 2- Évitement de situations de conduite 79
Facteurs associés au nombre d'évitements de situations de conduite chez les hommes 80
Facteurs associés au nombre d'évitements de situations de conduite chez les femmes 80
III- SYNTHESE DU CHAPITRE 82
CHAPITRE 3 LA REGULATION DE LA CONDUITE CHEZ LES HOMMES ET LES FEMMES : UNE QUESTION DE CULTURE ? 83
I- METHODE 84
I- A- Population d'étude basée sur le projet SAFEMOVE 84
I- B- Définition des variables d'intérêt : nombre de situations de conduite évitées 85
I- C- Facteurs étudiés 85
Évaluation cognitive 85
Habitudes de conduite 85
Expérience de conduite et autres modes de transports 86
Difficultés lors de certaines situations de conduite 86
Auto-estimation des capacités de conduite 86
Ressenti sur l'activité de conduite 87
État de santé 87
Variables sociodémographiques 87
I- D- Stratégie d'analyse 88
II- RESULTATS 89

II- A- Caractéristiques sociodémographiques et de santé des conducteurs et conductrices *89*
Habitudes de conduite 92
Difficultés de conduite 92
Ressenti et auto-estimation des capacités de conduite 92
II- B- Situations de conduite évitées *95*
Facteurs associés au nombre de situations de conduite évitées, analyse multivariée 96
III- SYNTHESE 100
DISCUSSION GENERALE 101
I- EFFET PROPRE DU SEXE 101
I- A- Le design de l'étude *102*
I- B- L'âge *102*
I- C- L'état de santé *103*
I- D- L'expérience au volant et un effet génération *104*
I- E- Un effet culturel *104*
I- F- Manque de puissance *105*
I- G- Conclusion *105*
II- EFFET DES PATHOLOGIES DU SNC SUR LA REGULATION DE LA CONDUITE : DIFFERENCES ENTRE LES HOMMES ET LES FEMMES 106
II- A- Effet de la pré-démence *106*
II- B- Effet de la démence *106*
II- C- Effet de la maladie de Parkinson *107*
II- D- Effet des autres pathologies du SNC *108*
III- EFFET DU NIVEAU COGNITIF SUR LA REGULATION DE LA CONDUITE : DIFFERENCES ENTRE LES HOMMES ET LES FEMMES 108
IV- EFFET D'AUTRES FACTEURS SUR LA REGULATION DE LA CONDUITE : DIFFERENCES ENTRE LES HOMMES ET LES FEMMES 110
IV- A- Effet du revenu et du niveau d'étude *110*

IV- B- Effet du mode de vie 110
IV- C- Effet d'autres facteurs de santé 110
IV- D- Limites des études 112
V- CONCLUSION ET PERSPECTIVES 113
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 115
ANNEXES 129

Liste des tableaux

Tableau 1 : *Caracteristiques des conducteurs et conductrices de la cohorte des 3C, au suivi precedant l'arret, ou au dernier suivi disponible pour les conducteurs n'ayant pas cesse de conduire, N=5254* 54

Tableau 2 : *Évaluation cognitive des conducteurs et conductrices de la cohorte des 3C au suivi precedant l'arret, ou au dernier suivi disponible pour les conducteurs n'ayant pas cesse de conduire, N=5254* 56

Tableau 3: *Facteurs significativement associes a l'arret de la conduite chez les hommes et chez les femmes de la cohorte des 3C ; Analyse Multivariee* 58

Tableau 4 : *Caracteristiques des hommes et des femmes de la cohorte MG-Cog-CAPA, N=434* 76

Tableau 5: *Évaluation cognitive et de mobilite physique des conducteurs et conductrices de la cohorte de MG-Cog CAPA, N=434* 78

Tableau 6 : *Évitements des situations de conduite dans la cohorte MG-Cog CAPA au suivi 1 an, N=434,%* 79

Tableau 7 : *Facteurs significativement associes au nombre de situations de conduite evitees chez les conducteurs et conductrices de la cohorte MG-Cog CAPA ; Analyse Multivariee* 81

Tableau 8 : *Caracteristiques sociodemographiques et de sante des hommes et des femmes des deux etudes* 90

Tableau 9 : *Évaluation cognitive des hommes et les femmes dans la cohorte française* 91

Tableau 10 : *Activite de conduite et auto-estimation des capacites de conduite des hommes et des femmes des deux etudes.* 93

Tableau 11 : *Évitements de situations de conduite chez les hommes et les femmes des etudes françaises et suedoises de SAFEMOVE;%.* 96

Tableau 12 : *Facteurs significativement associes au nombre de situations de conduite evitees chez les conducteurs et conductrices des deux populations de l'etude SAFEMOVE ; modeles multivaries* 98

Liste des ANNEXES

Annexe 1. Inclusion des participants dans la cohorte des 3-Cites et suivis 129

Annexe 2. Inclusion des participants dans la cohorte des 3-Cites de Bordeaux et suivis 130

Annexe 3. Seuil pour chaque mesure cognitive, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte des 3-Cites, en fonction de l'age et du niveau d'etudes. 131

Annexe 4. Seuil pour chaque mesure cognitive, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte des 3-Cites de Bordeaux, en fonction de l'age et du niveau d'etudes. 133

Annexe 5. Seuil de la baisse cognitive entre les performances au suivi 4 ans et a l'inclusion ou entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte des 3-Cites de Bordeaux. 136

Annexe 6. Seuil pour chaque mesure cognitive, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte MG-Cog CAPA, en fonction de l'age et du niveau d'etudes. 138

Annexe 7. Seuil pour chaque mesure cognitive, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte française SAFEMOVE, en fonction de l'age et du niveau d'etudes. 140

Annexe 8. Article 1 : Automobile driving in seniors: Factors affecting driving restriction in men and women. Journal of American Geriactrics Society. 142

Annexe 9. Article 2 : Gender effect on driving cessation in pre-dementia and dementia: results of the 3C population-based study. Lancet Neurology. 151

Liste des abréviations

UMRESTTE	Unité Mixte de Recherche Épidémiologique et de Surveillance Transport Travail Environnement
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
UE	Union Européenne
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
TC	Traumatisme Crânien
DLMA	Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge
VL	Véhicules Légers
IADL	Activités instrumentales de la vie courante
SNC	Système Nerveux Central
MCI	Déficience cognitive légère
MMSE	Mini Mental State Examination
UFOV	Useful Field Of View
TMT	Trail Making Test
BVRT	Test de Rétention Visuelle de Benton
IST	Set test d'Isaac
ADL	Activités de base de la vie courante
CES-D	Center for Epidemiologic Studies Depression
VTI	Institut national suédois de recherche sur la route et les transports
SCB	Centre de Statistique Suédois
ACTIVE	Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly

Introduction générale

I- Contexte démographique

L'allongement de la durée de vie va entrainer une forte augmentation du nombre de personnes âgées au sein des pays de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE). En France, les projections démographiques montrent que la part des personnes âgées de 65 ans et plus passera de 17% en 2010 à 29% en 2050.[1] Les mêmes tendances sont observées dans les autres pays développés. Cette croissance résulte de différents facteurs, le principal étant un gain continu d'espérance de vie dû aux progrès médicaux, à un meilleur accès aux soins et à l'amélioration de la qualité de vie.[2] Au cours de ces 50 dernières années, on a constaté au sein de l'Union Européenne (UE) des 27 une augmentation de l'espérance de vie à la naissance d'environ 10 ans chez les hommes comme chez les femmes.[3] Même si l'augmentation de l'espérance de vie est identique chez les hommes et les femmes, ces dernières vivent plus longtemps que les hommes, et cela dans tous les pays de l'UE des 27, avec une différence qui varie considérablement entre les pays. En 2012, la différence d'espérance de vie entre hommes et femmes était de 2,7 ans en Islande, et de 11,2 ans en Lituanie. Dans les prochaines décennies, les femmes vont continuer à représenter une part majoritaire de la population âgée, et par ailleurs à vivre majoritairement seules du fait d'une espérance de vie plus élevée que celle des hommes. Ces différences d'espérance de vie entre les sexes pourraient s'expliquer par des différences biologiques et culturelles.

Le vieillissement de la population européenne conduit à des implications sociales, que ce soit dans les systèmes de soins et de santé, le marché du travail, ou encore dans le financement des pensions de retraite. Une autre implication, bien que celle-ci soit parfois négligée, concerne la question de la mobilité quotidienne. Celle-ci est étroitement liée au bien-être et à la santé des personnes âgées. La mobilité et la capacité à quitter le domicile font partie des aspects essentiels de la qualité de vie des personnes âgées,[4] et elles seraient principalement assurées par l'usage de la voiture.[5, 6] Dans les générations futures, une augmentation des conducteurs âgés est attendue, du fait du changement démographique[7] et de l'augmentation importante du taux de détention du permis de conduire tout particulièrement chez les femmes.[8]

L'usage de la voiture est associé à un meilleur état de santé et à des bénéfices psychosociaux[9, 10] contrairement à l'arrêt de la conduite qui est associé, toute chose égale par ailleurs, à des symptômes dépressifs,[11-13] une diminution des interactions sociales,[12, 14] une augmentation du

risque d'entrer dans une maison de retraite,[15] ou encore une aggravation de l'état de santé.[16] C'est pourquoi il semble crucial de mener des investigations sur les facteurs qui peuvent modifier les habitudes de conduite chez les personnes âgées.

II- La conduite automobile

II- A- Une activité complexe

L'activité de conduite automobile est une activité complexe qui implique des fonctions sensorielles, physiques et cognitives.[17] De nombreuses fonctions visuelles seraient impliquées lors de la conduite, qui sont nécessaires par exemple pour lire les panneaux de signalisation, estimer de manière adéquate les distances, conduire de nuit ou par mauvais temps, ou encore voir des obstacles ou dangers dans le champ visuel. C'est pourquoi, l'acuité visuelle, la sensibilité aux contrastes, ne pas être sensible aux éblouissements, ou encore un champ visuel intact sont des fonctions visuelles indispensables pour conduire.[18-20] Elles fourniraient ainsi l'information sensorielle de base sur le lieu de conduite, sur les autres véhicules et usagers de la route, et sur les dangers potentiels. Par ailleurs, des fonctions physiques sont impliquées dans l'activité de conduite : la force musculaire et d'agrippement pour manœuvrer le volant et de bonnes capacités de rotation de la tête pour vérifier les angles morts par exemple. Une réduction de ces capacités réduisent le champ périphérique et peuvent impacter sur la conduite lors d'intersections complexes ou de changements de voie.[17]

Enfin, les fonctions cognitives impliquées dans l'activité de conduite sont nombreuses.[17, 21] Nous citerons ici les capacités d'attention qui permettent de relever les informations pertinentes et d'ignorer celles qui le sont moins, en particulier dans des lieux complexes avec de potentiels risques pouvant survenir de toute part. Les fonctions exécutives sont aussi très impliquées dans la conduite automobile. Elles permettent d'intégrer les informations, d'anticiper et de planifier une réponse sensorimotrice et cognitive adaptée. Elles sont essentielles lors de situations complexes de circulation.[22] La conduite requiert également de bonnes capacités de mémoire de travail pour retenir des informations pertinentes à l'esprit pendant le processus de prise de décision. Enfin une vitesse de traitement de l'information rapide est essentielle et permet le bon fonctionnement de ces différents processus.

Toutes ces fonctions impliquées vont également interagir au cours de l'ensemble du processus de la conduite. Par exemple, l'enregistrement d'informations liées au trafic nécessite de bonnes capacités sensorielles et rotation de la tête afin de percevoir correctement l'ensemble

de la situation. Une vitesse de traitement non ralentie permet de prendre des décisions suffisamment rapidement pour laisser le temps à l'exécution d'une réponse.[17] Les fonctions exécutives seront essentielles pour intégrer et évaluer l'information disponible avant d'effectuer une réponse. Pour conclure, la conduite est une activité impliquant de multiples fonctions sensorielles, motrices et cognitives qui interagissent entre elles. Il est donc essentiel de s'interroger sur les modifications de ces fonctions dans le vieillissement.

II- B- Une activité marquée par des différences d'hommes et de femmes

Tout au long de leur vie, les femmes ont moins d'accidents que les hommes.[23-27] Des auteurs suggèrent que ces différences observées seraient dues à des prises de risque et des infractions aux règles routières différentes.[28] En effet, certaines études ont montré que les hommes s'engagent dans des comportements plus risqués et transgressent davantage les règles que les femmes, et cela dès leur plus jeune âge.[29, 30] Des théories biologiques et évolutionnistes ont tenté d'expliquer ce constat.[31-33] L'argument du déterminisme biologique pour expliquer des différences de comportement entre les hommes et les femmes est encore très présent. La théorie biologique consiste à expliquer la prise de risque accrue des hommes par la recherche de sensations causée par une production hormonale spécifique.[33, 34] L'approche évolutionniste suggère que certains traits de personnalité ont été sélectionnés afin de garantir certaines tâches communautaires. Ainsi, des traits tels que la dominance, ou l'affirmation de soi sont des « conséquences naturelles des besoins de base du mâle de protéger la communauté. »[35, 36] Au-delà de la différence biologique entre les hommes et les femmes, le théorie du « genre » est également utilisée pour comprendre ces différences de comportements. Le genre désigne les comportements, les attitudes et les compétences socialement et culturellement considérés comme appropriées au sexe d'appartenance.[37] Ainsi, la notion du « genre » apporte des éléments de réponse aux différences observées dans l'accidentologie : prise de risque et transgression des règles accrues chez les hommes, comportements et attitudes dictés par l'assignation « de rôles de sexes ».[29] Ces rôles de sexe sont basés sur des stéréotypes, c'est-à-dire des croyances sociales sur des caractéristiques typiquement « masculines » ou « féminines ».[38] De ce fait, des études menées dans des pays occidentaux ont montré que les hommes étaient perçus comme indépendants, confiants, dominateurs, et robustes alors que les femmes étaient perçues comme conformes, affectueuses, tendres et sensibles.[39, 40] Ainsi, ces stéréotypes de genre vont façonner la manière même dont les femmes et hommes vont pratiquer des activités de la vie quotidienne dont la conduite automobile. L'image culturelle

de la voiture, synonyme de vitesse, jeunesse et masculinité aurait induit une utilisation très masculine de la voiture, en particulier dans les anciennes générations. [41] Les femmes auraient alors, par indisponibilité de la voiture, orienté leurs activités quotidiennes autour du foyer, et auraient utilisé d'autres moyens de transport pour leurs déplacements, tout du moins dans les agglomérations.[42] Ces dernières seraient donc plus indépendantes vis à vis de la conduite automobile et la modification de leurs habitudes de conduite face aux déficits liés au vieillissement présenterait des enjeux différents de ceux des hommes.

Quelles que soient les approches, les hommes devraient développer plus des résistances à la modification de leurs habitudes de conduite avec l'âge que les femmes. On peut donc émettre l'hypothèse que les facteurs qui vont influer la régulation de la conduite seront plutôt des facteurs astreignants, tels que de facteurs liés aux pathologies du vieillissement, chez les hommes, c'est plutôt sous la contrainte qu'ils modifient leurs habitudes de conduites. Chez les femmes, ce sont plutôt des facteurs liés au vieillissement normal, comme l'apparition de légers déficits cognitifs, qui devraient être associés à la modification des habitudes de conduite. Il nous semble alors essentiel de mieux comprendre le rôle du sexe dans la régulation de la conduite.

III- Les modifications liées au vieillissement

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini le vieillissement comme un processus graduel et irréversible de modifications des structures et des fonctions de l'organisme, résultant du passage du temps. Le vieillissement est un phénomène hétérogène et multifactoriel. Les antécédents médicaux, la prédisposition génétique, les expositions au cours de la vie telles que la nutrition, ou le sport sont autant de facteurs qui peuvent impacter l'expression du vieillissement. Chaque individu est donc affecté de manière unique par le vieillissement. Plusieurs types de vieillissement sont définis dans la littérature, comme le vieillissement réussi, habituel, et pathologique.[43] Nous définirons ici deux types de vieillissement, normal et pathologique, selon des critères qui nous semblent pertinents pour étudier l'activité de conduite.

III- A- Vieillissement normal

La plupart des personnes âgées sont dans un processus de vieillissement normal, que l'on définira ici par des performances comparables à des personnes du même âge. Le vieillissement normal, bien qu'étant variable dans son expression, s'accompagne d'une baisse légère des fonctions sensorielles, motrices et cognitives. Nous présentons ici les

modifications, dans le vieillissement normal, des fonctions impliquées dans la conduite automobile.

III- A- 1-*Fonctions visuelles*

Plusieurs types de déficits visuels apparaissent avec l'âge et peuvent perturber la conduite : une diminution de l'acuité visuelle, de moindres capacités à se focaliser sur des objets placés à différentes distances, à se mouvoir dans des conditions de faible luminosité, ou à s'adapter à l'obscurité et à l'éblouissement, et une diminution des capacités à juger les distances.[44, 45] En France, l'enquête décennale Santé 2002-2003 menée par l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE), montre que 11% des 65-84 ans et 26% des 85 ans et plus avaient un déficit de la vision de près, et que 5% des 65-84 ans et 16% des 85 ans et plus avaient un déficit de la vision de loin.[46]

III- A- 2-*Fonctions motrices*

Avec l'âge, la force musculaire baisse, principalement due à une diminution du nombre de fibres musculaires. Cette faiblesse musculaire est particulièrement présente au niveau des jambes et des bras. Elle entrainerait une diminution des performances physiques, et de la marche impliquant un risque de chutes et de fractures. De plus, un amincissement et une fragilité accrue du cartilage articulaire dus à l'âge provoqueraient chez les personnes âgées des déformations légères des articulations entrainant des douleurs articulaires. Enfin, le vieillissement s'accompagne également d'une diminution de la densité minérale, fragilisant les os et augmentant le risque de fracture. Ces déficits peuvent avoir diverses conséquences sur la vie quotidienne des personnes âgées, incluant des difficultés à réaliser des gestes précis, une vitesse de déplacement ralentie ou encore une augmentation de la peur de tomber.

III- A- 3-*Fonctions cognitives*

Lors du vieillissement normal, les capacités cognitives diminuent légèrement avec l'âge.[47] Ces changements dans les fonctions cognitives ne seraient pas uniformes selon le domaine cognitif touché et selon les individus.[48] Nous exposerons ici les principales fonctions cognitives et les processus touchés dans le vieillissement et impliquées dans la conduite.

- *L'attention* est impliquée dans la plupart des activités à l'exception de l'exécution des tâches habituelles ou automatiques. Des baisses d'attention peuvent donc avoir des effets de grande portée sur l'accomplissement d'activités de la vie quotidienne. L'attention peut se décomposer en plusieurs catégories : l'attention sélective,

l'attention divisée et l'attention soutenue. L'attention sélective se réfère à la capacité d'analyser certains stimuli tout en omettant d'autres qui ne sont pas pertinents pour la tâche à accomplir. L'attention divisée permet le traitement de deux ou plusieurs sources d'informations ou l'exécution de deux ou plusieurs tâches en même temps. L'attention soutenue se réfère à la capacité à maintenir sa concentration lors d'une tâche de longue durée. Il a été montré que les personnes âgées présentent des difficultés importantes dans l'accomplissement de tâches multiples impliquant l'attention divisée.[49-51] L'attention sélective et soutenue seraient peu altérées lors du vieillissement.[49] *La perception* s'appuierait sur un ensemble de ressources attentionnelles et visuelles. Lors du vieillissement, la perception semble être affectée.[52]

- *La mémoire de travail* permettrait la manipulation active de l'information et son maintien sur une courte période de temps. C'est une fonction initiatrice au processus de mémoire à long terme, la résolution de problèmes, et la prise de décision. Cette fonction cognitive serait affectée par le vieillissement.[53]
- *La prise de décision* nécessite de bonnes capacités d'attention et de mémoire de travail. Le processus de prise de décision chez les personnes âgées est différent de celui des plus jeunes. Les personnes âgées s'appuieraient sur d'anciennes connaissances pour prendre des décisions à la différence des plus jeunes qui s'appuieraient sur de nouvelles informations. Toutefois, la finalité du processus est la même chez les personnes âgées et chez les plus jeunes, ils finiraient par prendre les mêmes décisions.[54] C'est pourquoi, l'impact de l'âge sur une prise de décision ne devrait pas poser de difficulté lors de la conduite automobile, à l'exception d'un ralentissement de celle-ci, qui est observé dans le vieillissement normal.
- *Le contrôle exécutif* recouvre une gamme de différents processus : la planification, l'organisation, la coordination, la mise en œuvre et l'évaluation d'activités non routinières. Celui-ci permettrait à l'individu d'adapter son comportement à un environnement en évolution. De légers déficits exécutifs lors du vieillissement normal sont susceptibles de gêner les personnes âgées dans leur fonctionnement quotidien.[55]
- La *vitesse de traitement de l'information* est le temps imparti pour réaliser des processus cognitifs. Chez les adultes âgés, elle serait ralentie par rapport aux plus jeunes.[56, 57] Selon Hasher et Zacks, un dysfonctionnement des processus d'inhibition a pour conséquence le maintien d'informations non pertinentes en mémoire de travail, informations qui proviennent de traitements antérieurs et qui n'ont pas été

supprimées.[58] Pour ces auteurs c'est ce dysfonctionnement des processus d'inhibition qui augmente le temps de traitement de l'information. Selon la théorie de la réduction de la vitesse de traitement, émise par Salthouse, le déclin cognitif serait le fait d'une diminution de la vitesse de traitement de l'information, et non d'un déclin des divers domaines cognitifs.[59]

III- B- Vieillissement pathologique

Nous définissons ici le vieillissement pathologique par une forte aggravation des déficits précédents et l'apparition de certains autres. La présence d'une morbidité peut être la conséquence d'une maladie progressive, comme une maladie d'Alzheimer, ou d'un événement soudain, comme un Accident Vasculaire Cérébral (AVC). Les fonctions visuelles et cognitives sont les deux composants clés du modèle « Multifactorial Model of Driving Safety » de Anstey et al., qui permet de modéliser les capacités de conduite.[17] C'est pourquoi, nous avons choisi dans cette partie de nous restreindre aux maladies pouvant toucher les fonctions visuelles et cognitives. De plus, nous citerons les maladies les plus fréquentes dans le vieillissement pouvant affecter l'activité de conduite.

III- B- 1-*Pathologies touchant les fonctions visuelles*

Quatre maladies touchant les fonctions visuelles sont davantage observées après l'âge de 65 ans : la cataracte, le glaucome, la Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge (DMLA), et la rétinopathie diabétique.[60, 61] Ces pathologies peuvent mener à une perte majeure des capacités visuelles citées auparavant et ainsi affecter la conduite automobile.[62, 63] En France, la cataracte touche plus d'une personne sur cinq à partir de 65 ans, et près de deux sur trois après 85 ans. Le glaucome touche 1 à 2% de la population de plus de 40 ans, et environ 10% après 70 ans. La DMLA concerne environ 8% de la population française, mais sa fréquence augmente largement avec l'âge : elle touche 1% des personnes de 50 à 55 ans, environ 10% des 65-75 ans et de 25 à 30% des plus de 75 ans.[64] Une revue de la littérature qui comprenait huit études de prévalence de la rétinopathie diabétique, études menées dans des pays occidentaux, a montré une prévalence de cette pathologie de 28,7%.[65]

III- B- 2-*Pathologies neurologiques et psychologiques*

- La *démence* est un syndrome qui se caractérise par de multiples déficits cognitifs, des changements de personnalité et de comportements, et des changements physiques comme la perte de poids.[66] En France, 7,9% de la population âgée de 65 ans et plus présentait une démence en 2010 et 9,6% en présentera en 2050.[67] Cette projection est

basée sur la prise en compte de l'allongement de l'espérance de vie. Les démences affectent principalement les personnes âgées et sont causées par un ensemble de pathologies ou de traumatismes cérébraux (TC) tels que la maladie d'Alzheimer, les AVC ou la maladie de Parkinson.

- Les démences dues à la maladie d'Alzheimer sont caractérisées par un déclin cognitif progressif qui commencerait par un déclin de la mémoire antérograde épisodique, et qui affecterait ensuite toutes les autres fonctions cognitives. Cette pathologie est la cause la plus fréquente de démence dans les pays occidentaux.[68] Le diagnostic de cette maladie repose sur des critères cliniques, les critères du National Institute of Neurological and Communicative Disorders Association (NINCDS-ADRDA) développés en 1984 et mis à jour en 2011.[69, 70] Ces critères combinent des symptômes cliniques et neuropathologiques et assignent un diagnostic de maladie d'Alzheimer « possible », « probable » ou « certaine ». En 2005, Alzheimer Disease International a mandaté un groupe international pour arriver à un consensus sur la prévalence de la maladie d'Alzheimer et estimer son incidence dans 14 régions de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les résultats donnent une estimation au niveau mondial du nombre de cas de démence, avec 24,3 millions de cas, et près de 4,6 millions de nouveaux cas chaque année.[71] Les premiers symptômes de la maladie d'Alzheimer sont des troubles de mémoire épisodique antérograde, des troubles de l'attention, une incapacité à inhiber certaines informations et à effectuer une double tâche, des troubles des fonctions exécutives, un ralentissement du temps de traitement de l'information, et une désorientation dans le temps et l'espace. Certains de ces troubles que l'on peut retrouver également dans un vieillissement normal sont beaucoup plus marqués lors d'une maladie d'Alzheimer. C'est pourquoi, les performances de conduite automobile sont plus impactées par cette pathologie.[72, 73]
- D'autres formes moins fréquentes de démence existent. Elles peuvent être dues à une maladie de Creutzfeldt-Jacob, un accident vasculaire (on parle alors de démence vasculaire), une maladie de Huntington, une démence fronto-temporale, une démence à corps de Lewy ; elles peuvent également être d'origine traumatique. Lors de ces démences, des déficits cognitifs importants

sont présents, qui pourront impacter les capacités de conduite automobile de façon significative.

- La *maladie de Parkinson* est caractérisée par des troubles moteurs pouvant causer des tremblements, une rigidité des membres, des troubles lors de la marche, et des problèmes d'équilibre. De nombreux patients atteints de cette maladie, souffrent également de dysfonctionnements cognitifs (en particulier des troubles d'orientation et des capacités visuo-spatiales altérées).[74] Par ailleurs, une étude française a mis en évidence, en population générale, un risque relatif de développer une démence 2,5 fois plus élevé chez les participants atteints de Parkinson par rapport à ceux qui n'en sont pas atteints.[75] La présence de déficits moteurs, cognitifs et visuels peut affecter les performances de conduite automobile.[76, 77] La prévalence de cette pathologie serait d'environ 3% chez les personnes âgées de plus de 65 ans.[78]
- La *dépression* peut entraîner des perturbations du sommeil, la perte d'estime de soi, une fatigue chronique, l'incapacité à se concentrer, de l'irritabilité, et un retrait social. Les taux de dépression majeure chez les personnes âgés sont considérablement plus élevés que chez les plus jeunes et varient de 5 à 10% chez les personnes âgées sans pathologie, et de 10 à 40% chez les personnes âgées avec des pathologies.[79, 80] La fatigue chronique et l'incapacité à se concentrer pourraient impacter les capacités de conduite.

Le vieillissement normal, et encore plus le vieillissement pathologique peuvent avoir des conséquences négatives en termes de sécurité routière. Mais qu'en est-il dans la réalité ?

Plusieurs travaux ont montré que les conducteurs âgés avaient un risque d'accident de la route au kilomètre parcouru plus élevé que les conducteurs d'âge intermédiaire.[81-83] Or selon les données des Bulletins d'Analyse d'Accident Corporel 2012, données collectées en France par les forces de l'ordre, et selon les estimations du nombre de détenteurs du permis de conduire, les personnes âgées sont peu impliquées dans un accident corporel de la route (graphique 1). L'incidence d'accident corporel pour 10 000 titulaires du permis de conduire varie de 10,8 à 19,1 pour les femmes d'âge intermédiaire (30-60 ans) et de 17,0 à 32,1 chez les hommes d'âge intermédiaire, et de 7,5 à 8,4 pour les femmes d'âge supérieur (≥70 ans) et de 16,1 à 14,5 chez les hommes d'âge supérieur.

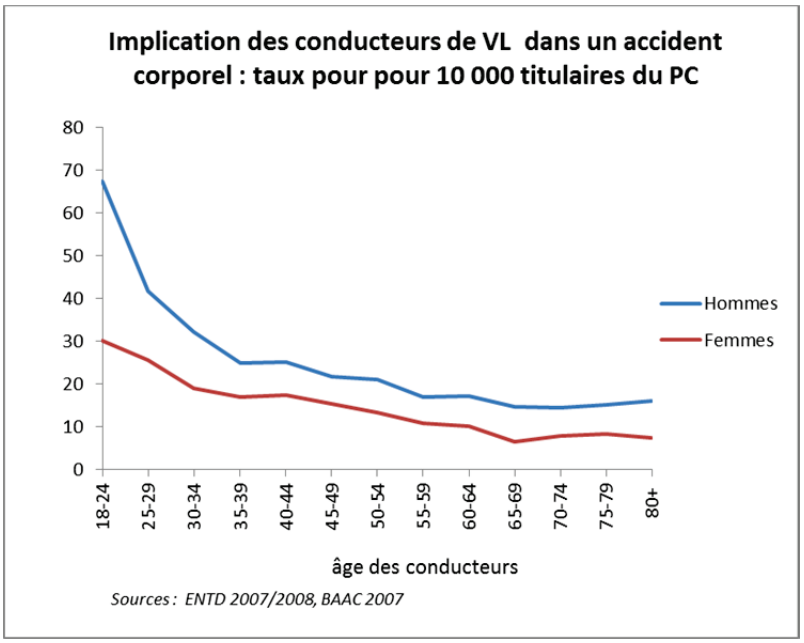


Figure 1 : Incidence d'accidents corporels impliquant des conducteurs de véhicules légers (VL)

Ce résultat s'expliquerait par la mise en place par certains conducteurs de stratégies de régulation de la conduite automobile leur permettant de maintenir une certaine mobilité de manière sécuritaire.

IV- Les stratégies de régulation de la conduite automobile

IV- A- Les différents indicateurs de régulation

Les études qui ont décrit les habitudes de conduite des personnes âgées montrent que certains conducteurs diminueraient leur exposition routière, en diminuant la fréquence d'utilisation de leur voiture ou le nombre de kilomètres qu'ils parcourent[84-87] ou éviteraient certaines situations de conduite,[88] avec à terme un arrêt définitif de la conduite.

Beaucoup d'auteurs se sont intéressés à l'arrêt de la conduite automobile, qui est un événement facile à mesurer et à étudier.[89-111] D'autres auteurs se sont intéressés à une diminution des kilomètres parcourus.[91, 104, 112-114] Certains auteurs ont enfin exploré la régulation de la conduite sous l'angle des évitements de situations de conduite jugées difficiles.[42, 85, 86, 99, 104, 112, 113, 115-140] Parmi ces auteurs, certains ont étudié les nouveaux évitements de situations de conduite par rapport à une période antérieure,[104, 136] en prenant des situations particulières, limitation de la conduite aux lieux familiers,[140] conduite de nuit,[99, 112] ou en calculant des scores d'évitements, et en étudiant leur évolution dans le temps.[88]

D'autres ont recueilli les raisons des évitements, permettant ainsi de distinguer les évitements dus à la mise en place d'une régulation de la conduite, des autres évitements, dus par exemple, à un mode de vie ou à des préférences.[137-139] Au plan méthodologique, les études prospectives[88-99, 109, 110, 112, 140] seront préférées aux études transversales[42, 86, 91, 95, 100-108, 111, 113-139] car ces dernières ne permettent pas de savoir si la présence de facteurs est apparue avant ou après la régulation, et avec ces études un biais de mémoire est possible.

Nous proposons ici une revue de la littérature des facteurs associés au processus de régulation de la conduite, en termes d'arrêt, de diminution des kilomètres parcourus, et d'évitements, en présentant les facteurs sociodémographiques, les facteurs de santé, puis les facteurs cognitifs. En plus de l'effet propre du sexe dans le processus de régulation, nous nous interrogerons aussi sur un possible effet différent chez les hommes et chez les femmes, ou en d'autres termes sur une interaction significative ou non de ces facteurs avec le sexe.

Nous avons utilisé la base de références bibliographiques Medline, et associé les mots clés [older ; elderly ; aged ; aging] avec les mots clés ci-après pour construire notre revue de la littérature.

Arrêt	Diminution des kilomètres	Evitements
driving cessation	driving restriction	driving avoidance
stop driving	low mileage	self- imposed driving restriction
cease driving	low kilometers	driving patterns
arrest driving	driving limitation	driving practices
break driving	driving regulation	self-reported driving behaviors
close driving	driving patterns	driving regulation
end driving	self-rated driving	self-regulation of driving
finish driving	self-regulation of driving	self-regulatory driving
not drive		

IV- B- Les facteurs sociodémographiques associés à la régulation de la conduite

IV- B- 1-*L'âge*

La régulation de la conduite est un processus qui évolue de façon croissante avec l'âge. À un âge très avancé, la plupart des conducteurs âgés, hommes ou femmes, ont beaucoup diminué l'activité de conduite, ou cessé de conduire. Toutes les études montrent un effet de l'âge sur la régulation de la conduite,[42, 86, 88-140] et cela même en prenant en compte des facteurs de santé eux-mêmes dépendant de l'âge.[42, 62, 77, 89-92, 94, 95, 97-101, 104, 105, 107, 108, 117, 120, 124, 139, 141-143]

Cet effet est-il le même chez les hommes et chez les femmes ? Les études transversales montrent qu'à âge égal les femmes arrêtent plus la conduite que les hommes. Ce résultat signifie donc qu'elles arrêtent plus jeunes. Lafont et al. montrent une différence de trois années entre l'âge moyen d'arrêt des femmes et celui des hommes (74,5 ± 4,9 ans versus 77,5 ± 5,4 ans).[105]

IV- B- 2-*Le revenu et le niveau d'études*

Certaines études américaines mettent en évidence chez des conducteurs âgés à bas revenus, soit une plus faible mobilité en voiture,[91] soit un taux d'arrêt plus élevé.[91, 98, 144] Mais d'autres ne retrouvent pas cette association avec l'arrêt,[92] et une étude australienne montre même l'inverse avec plus d'arrêts chez les plus hauts revenus.[99]

En revanche, le niveau d'éducation, souvent lié au revenu, est moins fréquemment associé à la régulation de la conduite, même lorsque le revenu ou la catégorie socioprofessionnelle ne sont pas pris en compte. Deux études seulement montrent que les conducteurs à haut niveau d'éducation évitent plus certaines situations de conduite, une menée en Australie[120] et l'autre aux États-Unis.[104] Les autres études, menées aux États-Unis,[89, 91, 92, 103, 108, 140, 145] en France,[105] au Royaume Uni[95] et en Australie[96, 134] ne retrouvent pas d'association.

Ces effets du niveau d'études et du revenu sont donc encore discutés. Quant à savoir s'il existe des différences entre les hommes et les femmes, deux études américaines ont montré qu'un bas niveau d'éducation était associé à l'arrêt de la conduite chez les femmes[101, 109] et l'une d'elles a en plus montré qu'un haut niveau d'éducation était associé à l'arrêt chez les hommes.[109] Ces résultats pourraient expliquer, au moins en partie, les divergences observées sur ces facteurs.

IV- B- 3-*Le mode de vie et le statut marital*

Les résultats sur le mode de vie et le statut marital sont particulièrement controversés, certains montrant que les personnes qui vivent seules s'arrêtent plus que les autres, que ce soit aux États-Unis,[98, 142] au Canada,[106] au Royaume-Uni,[95] ou en Australie,[96, 102] et d'autres auteurs ne retrouvant pas cette association (études menées en Australie,[99, 134, 139] en France[105] et aux États-Unis[89-91, 94, 108]). Notons que parmi les quatre études prospectives qui ne retrouvent pas d'association entre le mode de vie et l'arrêt de la conduite, la proportion d'hommes est faible pour trois d'entre elles.[90, 94, 99] Le mode de vie jouerait peut-être un rôle uniquement chez les hommes. Deux études américaines vont dans ce sens en montrant que de ne pas être marié était associé à un taux d'arrêt plus élevé chez les hommes mais pas chez les femmes.[101, 109] Toutefois on peut penser que c'est plus le mode de vie, seul ou accompagné, plutôt que le statut marital, qui va jouer sur la régulation de la conduite.

IV- B- 4-*L'effet propre du sexe*

Dans la littérature, l'association entre le sexe et la régulation de la conduite automobile n'est pas constante. Certaines études ont effectivement mis en évidence un nombre de kilomètres parcourus plus faible chez les femmes, une diminution de ceux-ci plus fréquente,[91, 104, 111-114, 133] davantage d'évitements de situations de conduite,[87, 104, 112, 113, 115, 124, 129, 131-133, 135-137, 139, 140] et à âge égal, un arrêt plus fréquent que chez les hommes.[96-106, 109, 110] Ce lien a été montré au sein de populations américaines[42, 91, 97, 98, 100, 101, 103, 104, 109-114, 133, 135-137, 140] anglaises,[95, 129] danoise,[131] canadiennes,[106, 115] françaises,[105, 124] et australiennes.[96, 99, 102, 132, 134, 139] Mais d'autres études menées aux États-Unis n'ont pas retrouvé cette prédominance féminine dans le processus de régulation de la conduite.[88-95, 107, 108]

Différentes hypothèses ont été avancées par ces auteurs pour expliquer ces résultats divergents. Au plan méthodologique, des designs d'étude différents, un manque de puissance, des populations d'étude d'âges différents, ou encore des effets générations peuvent expliquer ces divergences. Les autres explications possibles portent sur la prise en compte ou non de l'état de santé, de l'expérience de conduite, et de facteurs socio-culturels. Nous reprendrons ces différents éléments dans la partie discussion générale.

IV- B- 5-*Des facteurs sociogéographiques*

L'existence d'un mode de transport alternatif à la conduite peut contribuer à une plus forte régulation de l'activité de conduite, comme le montrent des auteurs américains,[42, 91, 92, 101] australiens,[102, 120, 132, 139] et canadiens.[106] Deux études australiennes ont montré que vivre en

milieu urbain ou proche de commodités est associé à plus d'évitements de situations de conduite[120, 134] Parmi des événements de vie, une étude internationale a montré que le passage à la retraite était associé à un faible nombre de kilomètres parcourus en Finlande, Allemagne et Italie.[86]

Ces facteurs environnementaux ont-ils le même effet chez les hommes et chez les femmes ? Windsor et al. ont montré que les hommes qui vivaient loin de toute commodité évitaient plus certaines situations de conduite, et cette association n'était pas retrouvée chez les femmes.[134]

IV- C- Les facteurs de santé associés à la régulation de la conduite

Comme nous l'avons présenté dans les parties II et III, la conduite automobile nécessite de bonnes capacités sensorielles, motrices et cognitives qui peuvent être plus ou loin touchées dans le vieillissement. Mais ce qui est important, c'est de savoir si, en présence de déficits, les conducteurs âgés modifient leurs habitudes de conduite.

Beaucoup d'études montrent que les conducteurs âgés modifient leurs habitudes de conduite ou cessent l'activité lorsqu'un problème de santé survient. Un mauvais état de santé a été retrouvé associé à une plus forte régulation de l'activité de conduite.[91, 92, 94, 100, 104, 107, 108, 117, 120, 124, 139, 142] Plus précisément l'arrêt de la conduite est plus fréquent en présence d'un diabète,[97, 98] d'antécédents cardiaques,[94, 98] de limitations physiques,[89-91] ou encore en présence de problème d'équilibre.[90, 94] Des difficultés à accomplir des activités instrumentales de la vie courante (IADL) pourraient également jouer un rôle dans la régulation de la conduite des conducteurs âgés.[92, 95, 99] Plusieurs études montrent que des maladies pouvant sévèrement altérer les fonctions visuelles, incluant le glaucome,[42, 92, 104] la cataracte,[62, 91] la DMLA,[100] ou encore l'hémorragie rétinienne,[100] sont des facteurs de diminution de l'activité de conduite. De précédentes études ont également montré qu'en présence de maladies neurologiques telles qu'une maladie de Parkinson,[77, 91, 100, 105] d'une démence,[105, 141, 146-153] d'antécédents d'AVC,[100, 101, 105] de syncope[100] ou de paralysie,[104, 142, 143] les conducteurs régulaient davantage leur conduite. De plus, le taux d'arrêt de la conduite chez les déments a été estimé à 74,0% 2,6 ans après le diagnostic.[153]

La dépression ne semble pas modifier les habitudes de conduite. À l'exception d'une étude transversale américaine,[103] toutes les autres études, transversales[104, 105, 108] ou prospectives,[90, 91, 95, 97, 98] n'ont pas trouvé d'association avec l'arrêt de la conduite. Enfin, beaucoup de

conducteurs âgés modifient leurs habitudes de conduite s'ils se sentent en mauvaise santé.[42, 89, 96-98, 112, 133, 145]

Les facteurs de santé ont-ils le même effet chez les hommes et chez les femmes ? L'étude de Choi et al a montré qu'un mauvais état de santé général était associé à un taux d'arrêt élevé chez les femmes, mais pas chez les hommes.[109] Une différence d'attitude vis-à-vis de la régulation de la conduite entre hommes et femmes pourrait également subsister en présence de pathologies du Système Nerveux Central (SNC). Campbell et al. ont trouvé que les hommes s'arrêtaient plus de conduire lorsqu'ils avaient des antécédents d'AVC, et les femmes lorsqu'elles présentaient une maladie de Parkinson.[100] Seiler et al. ont montré, chez des personnes atteintes de démence, que les femmes s'arrêtaient davantage de conduire que les hommes.[151] Mais Herrmann et al. n'ont pas trouvé cette association, supposant que cette absence d'association était due à l'arrêt de la conduite chez les femmes avant l'inclusion dans leur étude.[150] De plus, cette étude et l'étude rétrospective de Gilley et al. n'ont pas trouvé d'effet du sexe sur l'arrêt de la conduite après le diagnostic de démence.[149, 150] Quant à la dépression, Brabyn et al. ont montré que la dépression était associée à l'évitement de la conduite de nuit chez les hommes, mais pas chez les femmes.[130] Enfin, Windsor et al. ont trouvé qu'un mauvais état de santé ressenti était associé à l'évitement de situations de conduite chez les femmes, mais pas chez les hommes.[134]

IV- C- 1-*Le niveau sensoriel*

Concernant les déficits visuels légers, les résultats des études ne sont pas convergents. En effet, certaines études reportent un arrêt plus fréquent en cas de perte de l'acuité visuelle,[97-99, 103, 113] de vision de loin,[104, 105, 112, 117, 132, 137] de grande sensibilité aux contrastes,[97, 113] ou de perte du champs visuel.[97, 112, 113] D'autres ne retrouvent pas d'association avec une perte du champ visuel,[103, 104] une perte d'acuité visuelle[89-91, 94, 96, 104] ou une sensibilité aux contrastes.[104] Ces résultats suggèrent qu'en présence de déficits visuels sévères, il existerait une très bonne régulation de la conduite. Les conducteurs âgés seraient capables de mesurer les conséquences sur l'activité de conduite. Quant aux déficits moins graves, leur prise en compte est plus difficile avec aussi de moindres répercussions sur la conduite, ce qui expliquerait cette plus grande hétérogénéité dans la régulation de la conduite.

Enfin, les études qui se sont intéressées aux déficits auditifs n'ont pas trouvé de lien avec la régulation de la conduite.[91, 95, 96, 98, 99]

Observe-t-on les mêmes divergences de résultats chez les hommes et chez les femmes ? Brabyn et al. ont montré qu'une sensibilité aux contrastes était associée à l'évitement de la conduite de nuit chez les hommes, mais pas chez les femmes.[130] Une mauvaise acuité visuelle était, elle, associée à une plus grande régulation de l'activité de conduite chez les femmes.[109, 130]

IV- C- 2-*Le niveau cognitif*

Une revue de la littérature, incluant 12 études sur le lien entre le niveau cognitif et la régulation de la conduite, montre que les conducteurs atteints de déficits cognitifs régulent davantage leur conduite.[154] Nous nous sommes appuyés sur cette revue et nous l'avons complétée avec d'autres études sur ce sujet. Ainsi, beaucoup d'études montrent une association entre de faibles capacités cognitives globales et la régulation de la conduite.[92, 96, 97, 103, 104, 112, 155, 156], alors que seulement trois études ne retrouvent pas cet effet.[91, 95, 98] Des études montrent également que des déficits de perception visuelle et une faible vitesse de traitement sont souvent associés à une plus grande régulation de l'activité de conduite.[88, 90, 93, 94, 113, 117, 123] Anstey et al. ont reporté un taux d'arrêt dans les cinq ans plus élevé chez les personnes qui présentaient de faibles performances d'attention et de fonctions exécutives.[96] Lafont et al. ont également montré que la vitesse de traitement était associée à un arrêt de la conduite. Enfin, d'autres études ont montré une association entre des déficits de mémoire et d'orientation temporo-spatiale,[121] de faibles capacités d'apprentissage et de mémoire[96] ou encore de faibles capacités d'abstraction[96] et un taux élevé d'arrêt de la conduite. Quant aux conducteurs qui déclarent ressentir des déficits cognitifs, certains auteurs ont montré qu'ils évitaient davantage des situations de conduite que les autres conducteurs.[119, 124]

Certains auteurs se sont intéressés à la régulation de la conduite des personnes au stade MCI (déficience cognitive légère mais à risque élevé d'évoluer vers une démence).[101, 145] Freund et al. ont montré que la moitié des personnes MCI avait arrêté de conduire.[101] O'Connor ont montré que les conducteurs MCI amnésiques (atteinte isolée de la mémoire), et non-amnésiques (atteinte d'une seule fonction autre que la mémoire) restreignaient davantage leur espace de conduite que les conducteurs sans troubles cognitifs ou MCI multi-domaines (atteinte de plusieurs fonctions cognitives).[145] Ce résultat suggérait que peut-être les conducteurs MCI multi-domaine pourraient manquer de discernement, et par conséquent ne modifieraient pas leurs habitudes de conduite.

Le niveau cognitif influence-t-il la régulation de la conduite des hommes de la même façon que celle des femmes ? Une étude s'est intéressée à cette différence d'effet et celle-ci a montré que chez les hommes une faible performance cognitive globale (mesurée par le Mini Mental State Examination (MMSE)) et chez les femmes une faible vitesse de traitement de l'information (mesurée par l'Useful Field Of View (UFOV) et le Complex Reaction Time) étaient associées à l'arrêt de la conduite.[109] Toutefois, cette étude n'incluait pas les personnes avec un score au MMSE inférieur à 23 correspondant à un niveau cognitif global faible mais presque normal pour des niveaux d'études très bas. De plus, elle excluait les individus présentant une pathologie du SNC dont on a vu qu'elles pouvaient jouer un rôle dans la régulation de la conduite automobile, et avec des effets différents chez les hommes et chez les femmes.

V- Objectif

Le processus de régulation de la conduite automobile se met en place progressivement dans l'âge et s'accentue avec l'aggravation des déficits sensoriels, physiques et cognitifs. La littérature montre que ce processus se met en place différemment chez les hommes et les femmes. Il est plus prononcé et commence plus tôt chez les femmes. En plus de cet effet propre du sexe, l'effet de facteurs sur l'évitement de situations de conduite semble différent entre les hommes et les femmes : l'éloignement de toutes commodités, un mauvais état de santé ressenti, la dépression et la vision. Les effets de différents facteurs sur l'arrêt de la conduite sont différents chez les hommes et chez les femmes : l'âge, le niveau d'éducation, le mode de vie, les pathologies du SNC, la vision et le niveau cognitif.

Ces résultats de la littérature sont à nuancer. En effet, peu d'études se sont intéressées aux différences entre hommes et femmes concernant les facteurs influençant la régulation de la conduite.[100, 101, 109, 130, 134] Parmi ces études, une seule était prospective.[109] Et seulement deux d'entre elles étudiaient comme facteur de régulation les évitements de situations de conduite et non l'arrêt de la conduite.[130, 134] De plus, l'impact de la démence sur la régulation de la conduite chez les hommes et chez les femmes n'a pas été étudié en population générale. Pour les effets du niveau cognitif sur la régulation de la conduite, trois études se sont intéressées à un effet différent chez les hommes et chez les femmes.[101, 109, 130] Parmi celles-ci, une seule a pris en compte conjointement l'effet de pathologies du SNC, au moins partiellement puisqu'il s'agissait d'antécédents d'AVC.[101] Enfin, la majorité des études qui se sont intéressées aux facteurs de régulation de la conduite automobile chez les hommes et chez les femmes s'appuient sur des populations américaines et australiennes, populations à forte influence anglo-saxonne. Elles ne représentent donc pas une grande variabilité culturelle. Or des spécificités culturelles pourraient interagir avec l'effet du sexe. C'est pourquoi, des études complémentaires, en particulier prospectives, doivent être menées pour mieux comprendre le processus de régulation de la conduite chez les hommes et chez les femmes, en présence d'une démence et de déficits cognitifs et dans des populations de cultures différentes.

Ainsi, tout au long de notre manuscrit, nous allons approfondir les recherches menées sur le processus de régulation de la conduite automobile chez les hommes et les femmes âgés, en prenant en compte des déficits sensoriels, physiques et cognitifs, tout particulièrement en présence d'une démence. Nous nous intéresserons au rôle du sexe dans ce processus mais également aux effets de facteurs possiblement différents entre les hommes et les femmes.

Pour cela, nous nous appuierons sur diverses populations, avec des recrutements différents et de nombreuses informations recueillies.

Dans le chapitre 1, la première partie sera dédiée à l'étude de l'impact spécifique du sexe sur l'arrêt de la conduite en fonction de l'âge, de la phase précédant la démence et de la démence. Dans la deuxième partie, nous quantifierons avec une approche multivariée les effets propres de différents facteurs sur l'arrêt de la conduite chez les hommes et chez les femmes.

Dans le second chapitre, nous explorerons les différences entre les hommes et les femmes tout au long du processus de régulation, et pas seulement dans sa phase ultime. La modification des distances parcourues ainsi que les évitements de situations de conduite seront étudiés comme facteur de régulation de l'activité de conduite.

Dans le troisième chapitre, nous explorerons les stratégies de régulation chez les hommes et chez les femmes dans deux pays, la France et la Suède, en supposant un effet culturel chez les hommes et chez les femmes.

Enfin, nous proposons une discussion générale de l'ensemble des résultats des trois chapitres précédents.

Chapitre 1 L'arrêt de la conduite automobile

Accompagner les conducteurs âgés dans une régulation des habitudes de conduite nécessite avant tout de bien connaître les facteurs qui l'influence. Nous avons pu constater dans la revue de la littérature de l'introduction l'intérêt majeur porté à la question de la régulation de la conduite dans de nombreux pays. Il semblerait toutefois qu'une seule étude prospective menée aux Etats-Unis se soit intéressée aux facteurs d'arrêt de la conduite spécifiquement chez les hommes et chez les femmes.[109] Cette étude a montré des effets différents de certains facteurs sur l'arrêt de la conduite entre les hommes et les femmes : le niveau d'éducation, le mode de vie, les pathologies du SNC, la vision et le niveau cognitif. Dans cette étude étaient néanmoins exclus les participants ayant un score bas de performances cognitives globales, et ceux qui présentaient un état de santé dégradé : démence de type Alzheimer, antécédents d'AVC, ou autres problèmes de santé. Or, comme nous l'avons souligné précédemment, ces pathologies, en particulier la démence, peuvent influer sur les habitudes de conduite, et avec un impact possiblement différent chez les hommes et les femmes.

Dans ce chapitre, nous proposons dans une première partie d'étudier l'effet du sexe sur l'arrêt de la conduite chez un très grand nombre de conducteurs, puis d'étudier cet effet sur l'arrêt avant et après le diagnostic de démence. Pour cela nous avons estimé des probabilités d'arrêt de la conduite des hommes et des femmes avant le diagnostic de démence puis après celui-ci. Puis dans une deuxième partie, nous avons exploré les effets propres de différents facteurs, y compris la démence et la période avant la démence, sur l'arrêt de la conduite en ajustant sur les effets des autres facteurs. L'ensemble des résultats de ce chapitre sont issus d'analyses prospectives.

I- Probabilité d'arrêt de la conduite des hommes et des femmes au cours du processus démentiel

I- A- Méthode

Nous nous sommes d'abord intéressés aux probabilités d'arrêt de la conduite, en population générale, des hommes et des femmes en fonction de l'âge, de la phase précédant la démence et de la démence.

Cette étude a été soumise dans une revue internationale (cf. annexe 9 page 148) :

Laetitia Marie dit Asse, MSc ; Colette Fabrigoule, PhD; Catherine Helmer, MD; Bernard Laumon , MD; Claudine Berr, MD; Sophie Auriacombe, MD; Olivier Rouaud, MD; Sylviane Lafont, PhD. Gender effect on driving cessation in pre-dementia and dementia: results of the 3C population-based study. Lancet Neurology.

I- A- 1-*Population d'étude : la cohorte des 3-Cités (3C)*

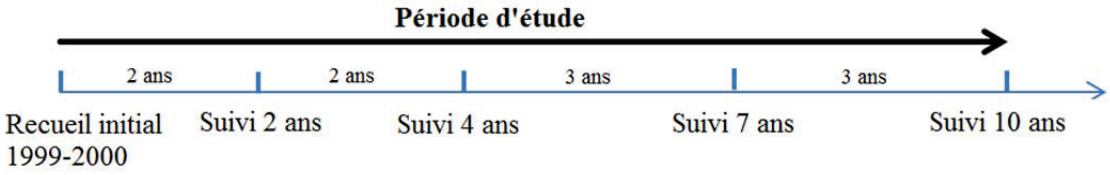
L'étude des 3-Cités repose sur une cohorte de personnes âgées de 65 ans et plus. L'objectif principal de cette cohorte est d'analyser la relation entre les facteurs vasculaires et la démence et donc d'estimer parmi l'ensemble des facteurs associés au risque de démence la part attribuable aux facteurs vasculaires.[157] Les participants à cette cohorte ont été tirés au sort sur les listes électorales de trois villes en France (Bordeaux, Dijon et Montpellier). Pour être éligible au recrutement, les individus devaient être enregistrés sur les listes électorales, être âgés de 65 ans et plus, et ne pas vivre en institution. Une lettre d'invitation à participer a été envoyée par voie postale à toutes les personnes éligibles. Cette lettre présentait l'objectif de l'étude, elle contenait également un bulletin de participation. Environ une semaine après l'envoi de ces courriers, un contact téléphonique a été pris par une secrétaire, sauf en cas de retour de la lettre (personnes décédées ou n'habitant plus à l'adresse indiquée), ou de refus de participer préalablement exprimé par courrier ou par téléphone. Tous les participants à cette étude étaient des volontaires, aucune compensation financière n'a été attribuée. La période d'inclusion a commencé en mars 1999 et terminé en mars 2000. Les procédures de recueil d'informations ont été les mêmes lors de l'inclusion et lors des différents suivis à 2, 4, 7 et 10 ans. Ces procédures comprenaient un entretien en face à face conduit par une psychologue et un(e) infirmier(ère) spécialement formés. Il permettait de recueillir les caractéristiques

démographiques, les niveaux d'études et socioéconomique, les professions exercées au cours de la vie, la consommation de tabac et d'alcool, les habitudes alimentaires, les antécédents médicaux, notamment vasculaires, et la consommation de médicaments. Lors de cet entretien, une évaluation cognitive a également été réalisée, incluant différents tests cognitifs. La durée de l'interview était d'environ une heure et demie. Un auto-questionnaire à l'inclusion a permis de recueillir des données sur les activités de loisirs, les activités physiques, les habitudes de conduite automobile, et la qualité du sommeil. Pour les suivis ultérieurs, les questions sur les habitudes de conduite ont été intégrées au questionnaire général.

Dans les semaines qui ont suivi cette visite, les participants ont été examinés par un médecin dans un centre médical afin de recueillir des données cliniques sur leur état de santé. Cet examen médical a duré environ deux heures. Selon l'évaluation neuropsychologique menée par le psychologue à l'aide des tests cognitifs, les participants suspectés d'être atteint d'une démence ont été réévalués par un neurologue ou un gériatre de l'étude des 3-Cités. Le diagnostic de ce médecin a été ensuite validé, ou infirmé, par un comité indépendant de neurologues selon les critères du DSM-IV. Ces différentes étapes ont permis d'établir ou non un diagnostic de démence à tous les participants. Enfin, concernant les sujets perdus de vue au cours du suivi, leur statut vital a été recherché par une demande systématique aux mairies de naissance. La cause de décès a ensuite été obtenue à partir d'entretiens avec le médecin de famille ou à partir des dossiers médicaux. Ce protocole d'étude a été approuvé par le comité d'éthique de l'hôpital universitaire du Kremlin-Bicêtre.

Pour cette étude, nous nous sommes appuyés sur les données des participants de l'ensemble de la cohorte des 3-Cités. La population d'étude comprenait 8 981 participants incluant les personnes ayant renseignées leur statut de conducteur. Puis elle a été restreinte aux 5,254 conducteurs actifs au moment du recueil initial, et suivis au moins une fois dans les 10 ans (34,614 personnes.année), pour l'étude sur les probabilités d'arrêt de la conduite. Le schéma et la période d'étude des 3-Cités sont présentés dans la figure 2.

Figure 2 : Schéma et période d'étude de l'étude des 3-Cités



I- A- 2-*Définition de la variable d'intérêt*

L'arrêt de la conduite a été relevé dans tous les questionnaires des trois villes de la cohorte des 3-Cités. L'âge d'arrêt de la conduite a été recueilli auprès des participants lors de l'inclusion et dans les questionnaires de suivis 7 et 10 ans. Lorsque celui-ci n'était pas ou était incorrectement renseigné, la moyenne des âges entre les 2 recueils encadrants l'arrêt a été prise en compte. Une vérification du statut de conducteur à chaque suivi a été menée permettant de vérifier la cohérence des déclarations et le caractère définitif ou au moins de longue durée de l'arrêt. Nous nous sommes appuyés sur les données du début d'observation des participants de la cohorte jusqu'au dernier suivi, c'est à dire 10 ans plus tard.

I- A- 3-*Facteur étudié : la démence*

Diagnostic de démence

A l'inclusion puis à chaque suivi, les participants suspectés de démence après l'évaluation neuropsychologique étaient examinés par un neurologue ou un gériatre de l'étude des 3-Cités. Son diagnostic était ensuite validé selon les critères du DSM-IV par un comité indépendant de neurologues. Cette procédure appliquée à chaque suivi a permis de définir un **statut de pré-démence**, correspondant à des personnes non démentes à un suivi donné et diagnostiqués démentes en moyenne 2,6 ans plus tard. Les conducteurs pré-déments ont été comparés aux conducteurs qui n'ont présenté aucune pathologie du SNC au cours du suivi : pas de maladie de Parkinson, absence d'antécédents d'AVC ou de TC accompagnés d'une perte de connaissance de 24h minimum.

Autres pathologies du SNC

En se basant sur le travail réalisé auparavant au sein de l'équipe,[105] nous avons combiné cinq pathologies du SNC :

- la pré-démence,
- la démence,
- la maladie de Parkinson : information obtenue grâce au report d'un traitement antiparkinsonien.
- les AVC : données rapportées par les participants qui ont été validées par un bilan médical effectué par un neurologue.
- les TC avec perte de conscience de 24h minimum : mesure auto-rapportée par les participants. Nous avons exclu les TC rapportés au recueil initial car ils ont pu se produire des années auparavant.

Lorsque plusieurs pathologies avaient eu lieu au même moment, nous avons choisi de privilégier les pathologies les plus sévères : lorsque la démence apparaissait seule ou avec une des quatre autres pathologies, les sujets étaient classés comme ayant une démence ; quand la maladie de Parkinson apparaissait seule ou avec un AVC, TC ou une pré-démence, les participants étaient classés comme ayant une maladie de Parkinson ; quand un AVC apparaissait seul ou avec un TC ou une pré-démence, les participants étaient classés comme ayant un AVC et enfin quand un TC apparaissait seul ou avec une pré-démence, les participants étaient classés comme ayant un TC.

I- A- 4-*Mesures utilisées*

Evaluation cognitive

Pour cette étude, nous avons utilisé le test du *Mini-Mental State Examination* qui été disponible à l'inclusion et à chaque suivi.

Le test du Mini-Mental State Examination (MMSE)[158] qui est un test général des capacités cognitives. Ce test est fréquemment utilisé dans le diagnostic de la maladie d'Alzheimer. Il permet d'évaluer grâce à 30 questions, en 7 à 10 minutes, différents domaines de la cognition : l'orientation dans le temps et l'espace, l'attention, la mémoire, les capacités de calcul, le langage et la construction visuelle. Son score maximum est de 30, un score élevé indiquant de bonnes performances.

Facteurs sociodémographiques

Les informations sociodémographiques utilisées incluaient le diplôme le plus élevé, recueilli à l'inclusion, analysé en trois catégories (sans diplôme ou CEP, CAP ou BEP, et baccalauréat ou plus) et le mode de vie (seul(e) ou non).

I- A- 5-*Analyses statistiques*

Toutes les analyses de cette étude ont été menées chez les hommes et chez les femmes séparément. L'activité de conduite a été décrite à l'inclusion en fonction de l'âge des participants. Chez les déments, l'activité de conduite a été décrite au moment du diagnostic de démence.

Les probabilités d'arrêt de la conduite en fonction de l'âge ont été estimées dans la population d'étude à l'aide de courbes de survie. Puis l'effet du sexe sur l'arrêt de la conduite a été analysé avant le diagnostic de démence (statut de pré-démence), et après le diagnostic de démence. Pour dater le diagnostic de démence, et ainsi définir la phase pré-démentielle, les

participants qui n'avaient pas eu de suivi juste avant le diagnostic de démence ont été exclus. Ces participants comprenaient les 214 déments diagnostiqués à l'inclusion.

- Les probabilités d'arrêt de la conduite des participants en stade de pré-démence au suivi précédant l'arrêt ou au dernier suivi (censure) sont comparées aux probabilités d'arrêt observées dans un vieillissement sans pathologie du SNC au cours du suivi.
- Les probabilités d'arrêt de la conduite pour les déments incidents, conducteurs au moment du diagnostic, ont été estimées en fonction des années écoulées entre le diagnostic de démence et l'arrêt de la conduite ou la fin de la période d'observation pour ceux qui n'ont pas cessé de conduire.

Pour l'estimation des différentes probabilités d'arrêt de la conduite et leur intervalle de confiance à 95%, nous avons utilisé des modèles de régression à risque proportionnel de Cox avec l'âge comme échelle de temps. Les comparaisons de moyenne entre deux groupes (hommes vs. femmes, conducteurs vs. non conducteurs) ont été réalisées à l'aide de test t de Student. Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS, version 9.2 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

I- B- Résultats

I- B- 1-*Description de la population*

A l'inclusion, les 8 981 participants de l'étude étaient âgés en moyenne de 74,2 ans (SD=5,6), et la proportion d'hommes était de 39,8%. Chez les hommes, 4,6% n'avaient pas le permis de conduire, 87,0% conduisaient et 8,4% avaient arrêté. Les proportions étaient respectivement de 34,1%, 44,3% et 21,6% chez les femmes.

Chez les 8 981 participants, 177 présentaient une démence à l'inclusion, 93 femmes et 84 hommes. Au cours des 10 ans de suivi, 768 cas ont été diagnostiqués. Parmi ces 768 cas incidents, le statut de non démence avant le diagnostic était connu de façon certaine pour 743 déments, 275 hommes et 468 femmes. Parmi eux, 508 avaient leur permis de conduire.

I- B- 2-*Activité de conduite chez les hommes et les femmes âgés de 65 ans ou plus*

Des différences de taux de conducteurs étaient importantes entre les hommes et les femmes.[Tableau 1, cf. article joint en annexe 9 page 148] Parmi les hommes titulaires du

permis de conduire, 91,1 % conduisaient à l'inclusion contre seulement 67,2 % des femmes titulaires du permis (sex-ratio=1,4). Le taux de conducteurs actif diminuait fortement avec l'âge chez les hommes comme chez les femmes.

I- B- 3-*Arrêt de la conduite chez les hommes et les femmes âgés de 65 ans ou plus*

A l'inclusion, 5 254 conducteurs ont été suivi au moins une fois au cours des 10 ans de la période d'étude. Leur âge moyen était de 72,9 ans, et la proportion d'homme représentait 54,7%. Parmi eux, 85,9% n'ont présenté aucune pathologie du SNC au cours des 10 ans de suivi.

La probabilité d'arrêt de la conduite au cours du suivi augmentait fortement avec l'âge, chez les hommes comme chez les femmes [Figure 1, cf. article joint en annexe 9 page 148]. Les femmes avaient une probabilité d'arrêt plus élevée que les hommes à tout âge. À 85 ans, plus de la moitié des femmes qui conduisaient à l'inclusion avaient cessé de conduire contre à peine un tiers des hommes.

I- B- 4-*Activité de conduite au moment du diagnostic de démence*

Parmi les 508 hommes titulaires du permis de conduire, 60,0% ont déjà arrêté de conduire, 45,4% des hommes et 73,3% des femmes (Tableau 2, cf. article joint en annexe 9 page 148) Les déments conducteurs au moment du diagnostic avaient de meilleures performances au MMSE que les déments ex-conducteurs ($p<0,001$). Ces meilleures performances des conducteurs actifs étaient observées chez les hommes ($p=0,01$) et chez les femmes ($p<0,001$).

I- B- 5-*Arrêt de la conduite au moment du diagnostic de démence*

Chez les 114 déments masculins, 67,5% qui ont arrêté de conduire avant le diagnostic de démence ont arrêté pendant la phase pré-démentielle. Ce taux était de 40,9% chez les femmes. Le temps moyen écoulé entre l'arrêt de la conduite et le diagnostic de démence était de 2,5 ans (SD=2,0) chez les hommes et de 4,1 ans chez les femmes (SD=2,5). Les probabilités d'arrêt de la conduite dans la phase pré-démentielle augmentaient fortement avec l'âge, chez les hommes comme chez les femmes. [Figure 2, cf. article joint en annexe 9 page 148] A un stade pré-démentiel, les femmes avaient une probabilité d'arrêt plus élevée que les hommes, et cela à tous les âges. A 85 ans, la probabilité d'arrêt de la conduite était de 0,78 chez les femmes qui vont développer une démence, elle était de 0,53 chez les hommes.

I- B- 6-*Arrêt de la conduite après le diagnostic de démence*

Chez les déments, 91 conduisaient au moment du diagnostic et ont été suivis au moins une fois, 61 hommes et 30 femmes. Dans cette analyse, 112 déments ont été exclu : 35 cas diagnostiqué au suivi 10 ans, 19 décédés, 46 ayant refusé de participer aux suivis, 11 perdu de vue et 1 n'ayant pas reporté son statut de conducteur.

Parmi ces 61 hommes déments, 29 ont arrêté de conduire au cours du suivi, et sur les 30 femmes démentes, 15 femmes ont cessé de conduire. Les conducteurs déments non inclus dans cette dernière analyse étaient un peu plus âgés au moment du diagnostic (moyenne=80,6, SD=4,6 vs moyenne=79,2, SD=5,3 ; p=0,04) et avaient de plus faibles performances au MMSE (moyenne=22,5, SD=2,6 vs moyenne=23,5, SD=2,4 ; p=0,01) que les conducteurs inclus.

Vingt-neuf des 61 conducteurs déments ont arrêté de conduire durant le suivi, et 11 sont décédés durant le suivi avant d'arrêter de conduire. Quinze des 30 conductrices démentes ont arrêté de conduire durant le suivi, et une est décédée durant le suivi avant d'arrêter de conduire. Un an après le diagnostic de démence, le statut de conducteur n'était pas connu pour 13 hommes et 9 femmes, 3 ans après, pour 4 hommes et 1 femme supplémentaire, et 5 ans après pour 6 hommes et 3 femmes.

Chez les hommes, la probabilité d'arrêt de la conduite 1 an après le diagnostic de démence a été estimée à 0,26 (IC : 0,15-0,36), la probabilité d'arrêt de la conduite 3 ans après le diagnostic de démence a été estimée à 0,41 (IC à 95 % : 0,24-0,54), et la probabilité d'arrêt 5 ans après le diagnostic a été estimée à 0,63 (IC à 95 % : 0,40-0,77) comparé respectivement à 0,27 (IC : 0,10-0,41), à 0,46 (IC à 95 % : 0,21-0,63), et à 0,64 (IC à 95 % : 0,28-0,82) chez les femmes (cf. figure 3 annexe 9 page 148).

Principaux résultats

Cette étude montre que peu de déments continuent de conduire après le diagnostic de démence, la majorité ayant arrêté lors de la phase pré-démentielle, en particulier chez les femmes. En revanche trois ans après le diagnostic de démence, on n'observe plus d'effet du sexe.

Nous proposons dans la suite de ce travail d'étudier les effets de facteurs d'arrêt de la conduite autres que le sexe sur l'arrêt de la conduite avec une approche multivariée, chez les hommes et chez les femmes.

II- Déterminants de l'arrêt de la conduite sur 10 ans

L'objectif est d'identifier et de comparer, dans une population générale urbaine d'hommes et de femmes âgés, les facteurs cognitifs et fonctionnels associés à l'arrêt de la conduite automobile avec une approche multivariée. La population d'étude et la variable d'intérêt sont identiques à celles de l'étude précédente. Les détails de la constitution de notre population d'étude sont présentés en annexe (cf. Annexe 1 page 126).

II- A- Méthode

II- A- 1-*Facteurs étudiés*

Facteurs cognitifs

Une batterie de tests cognitifs a été administrée au sein de la cohorte à l'inclusion et à chaque suivi à l'exception du Trail Making Test, qui n'a pas été administré lors du suivi 2 ans.

- *Le test du Mini-Mental State Examination (MMSE)*[158] (cf. page 40)
- *Le test de rétention visuelle de Benton (BVRT)*[159] qui évalue la mémoire de travail visuelle à court terme. Un dessin géométrique est présenté au sujet pendant 10 secondes. Celui-ci doit ensuite identifier la figure initiale parmi 3 autres possibilités, 15 dessins sont ainsi présentés. Le score maximum est de 15, correspondant à la somme des bonnes identifications. Ce test implique la perception visuo-spatiale, la conceptualisation visuelle, la mémoire immédiate et de reconnaissance, et une forme d'attention sélective puisque le stimulus gardé en mémoire de travail doit être reconnu parmi trois distracteurs très similaires.
- *Le Set test d'Isaac (IST)*[160]explore la mémoire sémantique et la fluence verbale. Il est demandé aux participants de dénommer dans un temps réduit (60 secondes) le plus de mots possible appartenant à 4 catégories sémantiques : couleurs, animaux, fruits et villes. Le score utilisé ici est la somme des mots cités en 15 secondes dans les quatre catégories, un score élevé indiquant de bonnes performances.
- *Le Trail Making Test, part B (TMT-B)*[161] mesure la vitesse de traitement de l'information. Dans la partie B, le sujet doit relier le plus rapidement possible dans l'ordre croissant et alphabétique, une série de chiffres de 1 à 13 et de lettres de A à L, en alternant systématiquement chiffres et lettres (1-A- 2-B-3-C-4-D…). Cette partie est difficile car la personne doit inhiber la tendance à suivre la série automatique des chiffres ou celle des lettres pour alterner entre ces deux séries. Cela implique l'intervention de

processus d'inhibition, de flexibilité mentale et de vitesse de traitement. Les mesures disponibles sont le temps de passation total au test et le nombre de bons déplacements. Nous avons rapporté le temps de passation du test au nombre de bons déplacements pour pénaliser les participants ayant un temps rapide mais peu de bons déplacements. Au suivi deux ans, nous avons imputé les valeurs moyennes du recueil initial et du suivi 4 ans.

Chaque variable cognitive a été transformée en variable qualitative. Nous souhaitions identifier des conducteurs présentant un bas niveau cognitif compte tenu de leur âge et leur niveau d'études. Le concept de déficit avec des variables en deux modalités (bonnes ou mauvaises performances) répondait plus à nos besoins et il permettait aussi d'inclure les sujets qui avaient refusé le test ou qui ne l'avaient pas terminé, en créant une modalité spécifique (« test non réalisé »), sachant que des travaux ont montré que le fait de refuser un test pouvait être associé à un déficit cognitif.[162]

Ainsi, un bas niveau cognitif à un test correspond dans cette étude à un temps par déplacement supérieur au 90ème percentile de la distribution, ou à un score de performance inférieure au 10ème percentile de la distribution considérée. Pour identifier le seuil nous avons choisi:

Pour chaque mesure cognitive, le seuil a été identifié globalement, chez les hommes, puis chez les femmes, mais aussi en fonction de l'âge et du niveau d'études (cf. annexe 3 page 128). De précédents travaux ont en effet montré que l'âge et le niveau d'études étaient fortement liés aux performances cognitives.[163]

Nous avons également fait le choix d'étudier *les quatre items de l'échelle des activités instrumentales de la vie courante (4 IADLs)*[164] car ils sont très corrélés à différentes fonctions cognitives, tout particulièrement à la vitesse de traitement et à l'attention, et au risque de démence.[165] Ils évaluent le degré de dépendance lors d'activités complexes de la vie quotidienne : téléphoner, se déplacer, prendre des médicaments, ou gérer un budget. Les activités instrumentales sont celles qui nécessitent le plus de recours à des processus cognitifs de haut niveau comme l'initiative et la planification.

Plainte cognitive

Avant l'évaluation cognitive, la psychologue a demandé aux participants s'ils présentaient les caractéristiques suivantes issues du DSM 4 : oublis dans les activités quotidiennes, difficultés

à retenir de nouvelles informations, difficultés à se rappeler des souvenirs anciens, difficultés à calculer, difficultés de langage, difficultés d'orientation dans la ville ou la rue.

Vision

La vision de loin a été évaluée à l'aide d'une mesure auto-rapportée d'une difficulté à reconnaître un visage familier à plus de 4 mètres.

Fonctions physiques

L'échelle des activités de base de la vie courante (ADL)[166] mesure la dépendance des participants lors de la réalisation d'activités quotidiennes : se laver, s'habiller, aller aux toilettes, se mouvoir et s'alimenter. L'item de la continence est exclu, l'incontinence n'étant pas considérée comme une dépendance.

La mobilité (échelle de Rosow et Breslau) [167] : deux items de cette échelle ont été utilisés afin de déterminer les capacités physiques des participants. Ces deux items incluaient la capacité à marcher entre 500 mètres et 1 kilomètre, et la capacité à monter et descendre deux étages d'escaliers.

Facteurs de santé et consommation de médicaments

La visite avec le médecin a permis d'identifier les personnes qui présentaient différents antécédents ou maladies : dyspnée, cancer, fracture, diabète, problèmes cardiovasculaires (incluant l'angine de poitrine, l'infarctus du myocarde, l'hypertension : pression artérielle mesurée au cours des visites supérieur à 140/90 mmHg,[168] l'arthrite et l'insuffisance cardiovasculaire). Concernant les maladies cardiovasculaires, les données rapportées par les participants ont été validées par un bilan médical effectué par un neurologue. D'autres maladies sérieuses non traumatiques ont également été rapportées par les participants. La symptomatologie dépressive a été évaluée à l'aide de l'échelle Center for Epidemiologic Studies Depression (CES-D).[169] Cet outil évalue l'humeur du sujet en lui demandant avec quelle fréquence il a ressenti, au cours d'une semaine typique, des symptômes ou des comportements souvent associés à la dépression. Le score maximal de cette échelle est de 60, un score élevé indiquant une symptomatologie dépressive sévère. Lors des analyses, nous avons utilisé des scores validés indiquant la présence d'une symptomatologie dépressive, au-delà de 16 pour les hommes et de 22 pour les femmes.[170] Les entretiens à chaque visite incluaient un inventaire de tous les médicaments consommés au moins une fois durant le précédent mois. Pour éviter les oublis, les prescriptions médicales des participants ont été

demandées. Nous avons défini un groupe de forts consommateurs de médicaments : si le nombre de médicaments consommés était supérieur au 90^{e} percentile de la distribution du nombre de médicaments de la population d'étude. Une question sur l'état de santé perçu a également été posée et les réponses mesurées sur une échelle de Lickert allant de 1 (Très bonne santé) à 5 (Très mauvaise santé). Pour les analyses, une variable a deux modalités a été générée : mauvaise santé (4 et 5) versus bonne (1 à 3).

Autre facteur en lien avec la conduite

L'âge au moment de l'obtention du permis de conduire a été recueilli à l'inclusion et a été considéré en tant que variable qualitative en deux classes avec pour seuil le premier quartile de la distribution chez les hommes et chez les femmes : moins de 20 ans et 20 ans et plus pour les hommes, moins de 25 ans et 25 ans et plus pour les femmes.

Facteurs sociodémographiques

Les informations sociodémographiques recueillies incluaient le diplôme le plus élevé, recueilli à l'inclusion, analysé en trois catégories (sans diplôme ou CEP, CAP ou BEP, et baccalauréat ou plus), le mode de vie (seul(e) ou non), et le revenu mensuel dans le foyer. Pour cette dernière donnée, l'information n'a pas été recueillie lors du suivi 4 ans, nous avons utilisé le revenu déclaré au suivi 2 ans. Le revenu mensuel du ménage a été proposé en 4 classes dans le questionnaire et nous l'avons analysé en deux catégories : inférieur à 1 500 € et supérieur ou égal à 1 500 €.

II- A- 2-*Stratégie d'analyse*

Nous avons, dans un premier temps, comparé les caractéristiques des conducteurs et des conductrices :

- Pour ceux qui ont arrêté de conduire dans la période d'observation, les données prises en compte sont celles du suivi précédant l'arrêt.
- Pour ceux pour lesquels aucun arrêt n'a été noté dans la période d'observation, les données prises en compte sont celles du dernier suivi disponible (données avant censure).

Pour les variables qualitatives, les différences entre les hommes et les femmes ont été testées en utilisant des tests de χ^2. Pour les variables quantitatives, des tests t de Student ont été utilisés.

Nous avions deux possibilités pour étudier les facteurs associés à l'arrêt de la conduite selon le sexe :

- Dans un modèle global, hommes et femmes réunis, nous pouvions tester toutes les interactions d'ordre 2 entre le sexe et les facteurs significativement associés à l'arrêt au seuil de 5 % en univarié, puis construire un modèle multivarié prenant en compte les interactions significatives.
- Dans deux modèles séparant hommes et femmes, nous pouvions estimer les risques associés aux facteurs significativement associés à l'arrêt au seuil de 5 % en univarié.

Deux raisons ont guidé notre choix de mener des analyses séparées :

- Le nombre d'interactions significatives entre les différents facteurs et le sexe était important (N=11). Pour interpréter le modèle final, il nous a donc semblé plus approprié de faire des analyses séparées.
- Dans la littérature, les auteurs qui se sont intéressés à la question du sexe dans la régulation de la conduite automobile ont proposé des modèles séparés, et il nous a semblé intéressant de pouvoir comparer nos résultats aux leurs.

En revanche, nous avons tout d'abord estimé dans le modèle global, hommes et femmes réunis, le risque relatif d'arrêt des femmes par rapport aux hommes, en ajustant sur les autres facteurs significativement associés à l'arrêt au seuil de 5 % en univarié. Les résultats de ce modèle ne sont pas présentés sous forme de tableau dans le manuscrit. Seul le Risque Relatif d'arrêt des femmes par rapport aux hommes est commenté.

Cette stratégie d'analyse a été appliquée dans la recherche des facteurs associés aux autres indicateurs de régulation de la conduite.

Concernant le choix du modèle statistique pour cette étude, nous avons construit des modèles univariés de régression à risque proportionnel de Cox avec l'âge comme échelle de temps afin d'ajuster au mieux sur l'âge, sachant que les personnes sont entrées dans la cohorte à des âges différents. Nous avons par ailleurs considéré que tous les arrêts étaient définitifs. Enfin, nous avons construit différents modèles de Cox multivariés en utilisant la méthode descendante de sélection des variables significatives dans les modèles univariés. Une p-value inférieure à 0,05

a été considérée comme statistiquement significative dans les modèles univariés et mutivariés. Nous avons utilisé la procédure PHREG du logiciel SAS version 9,2 TS level 2 MO.

II- B- Résultats

Au début de la période d'observation, c'est-à-dire à l'inclusion, la population d'étude comprenait 5254 conducteurs, avec un âge moyen de 73,1 ans (=4,9), et une proportion d'hommes légèrement plus élevée (54,7%).

II- B- 1-*Caractéristiques des conducteurs et conductrices*

Nous rappelons ici que les données comparées proviennent du questionnaire précédant l'arrêt, ou du dernier questionnaire disponible. Les femmes étaient légèrement plus âgées que les hommes, avec un écart d'âge d'un an environ.[Tableau 1] La majorité des femmes vivaient seules (57,0%), à la différence des hommes (17,1%). La proportion de personnes avec un revenu mensuel supérieur à 1 500 € par mois était plus élevée chez les hommes que chez les femmes, avec respectivement 82,7% vs 66,0%. Le niveau de diplôme (au moins le baccalauréat) était plus élevé chez les hommes que chez les femmes (41,3% vs 35,0%). Les femmes avaient obtenu leur permis de conduire à un âge plus élevé que les hommes. Les proportions de personnes présentant un déficit visuel de loin, un déficit de mobilité, une fracture, une dyspnée, ou une plainte cognitive étaient significativement supérieures chez les femmes que chez les hommes. Inversement, les proportions de personnes présentant une restriction à au moins une activité des 4-IADL, au moins une pathologie du SNC, un problème cardiovasculaire, ou un diabète étaient supérieures chez les hommes. Enfin, les scores aux tests cognitifs évaluant les capacités globales (MMSE), la mémoire antérograde, la mémoire sémantique, la fluence verbale (Set test d'Isaac), et la vitesse de traitement (TMT-B) étaient plus bas chez les hommes. [Tableau 2]

Tableau 1 : Caractéristiques des conducteurs et conductrices de la cohorte des 3C, au suivi précédant l'arrêt, ou au dernier suivi disponible pour les conducteurs n'ayant pas cessé de conduire, N=5254

	Hommes *N=2876*	Femmes *N=2378*	P-value
Âge (ans), moyenne (± SD)	**73,4 (±5,1)**	**72,4 (±4,5)**	**<0.001**
Mode de vie, seul(e), n (%)	**462 (17,1%)**	**1268 (57,0%)**	**< 0,001**
Revenu, n (%)			
< 1 500 €	**483 (17,3%)**	**759 (34,0%)**	**<0,001**
Niveau d'éducation, n (%)			
Aucun diplôme, CEP	**908 (31,7%)**	**706 (29,8%)**	**<0.001**
CAP-BEP	**773 (27,0%)**	**834 (35,2%)**	
Baccalauréat et plus	**1184 (41,3%)**	**829 (35,0%)**	
Âge lors de l'obtention du permis, moyenne (sd)	**24,9 (±7,2)**	**32,7 (±9,6)**	**<0,001**
Pathologies du SNC[a], n (%)	**339 (11,8%)**	**205 (8,6%)**	**0.002**
Démence	*88 (3,1%)*	*42 (1,8%)*	
Parkinson	*56 (2,0%)*	*27 (1,1%)*	
AVC	*32 (1,1%)*	*19 (0,8%)*	
Traumatisme crânien	*29 (1,0%)*	*23 (1,0%)*	
Pré-démence	*134 (4,7%)*	*94 (4,0%)*	
≥ 1 déficit IADL[b], n (%)	**195 (7,2%)**	**101 (4,5%)**	**<0,001**
Déficit de la vision de loin, n (%)	**86 (3,2%)**	**110 (5,0%)**	**0,002**
≥ 1 ADL[c], n (%)	5 (0,2%)	6 (0,3%)	0,6
≥ 1 déficit de mobilité, n (%)	**191 (7,1%)**	**206 (9,3%)**	**0,005**
Symptomatologie dépressive, n (%)	249 (9,3%)	213 (9,6%)	0,7
Fracture, n (%)	**96 (3,7%)**	**209 (9,6%)**	**< 0,001**
Evénement coronaire, n (%)	**78 (2,7%)**	**24 (1,0%)**	**0,001**
Diabète, n (%)	**359 (12,9%)**	**130 (5,7%)**	**<0.001**
Autres maladies graves non traumatiques, n (%)	201 (7,0%)	136 (5,7%)	0.06
Dyspnée, n (%)	**271 (10,1%)**	**297 (13,4%)**	**<0,001**
Consommation élevée de médicaments[d]	[7 ; 8]	[8 ; 9]	

Mauvaise santé perçue, n (%)	92 (3,4%)	78 (3,5%)	0,9
Plainte cognitive, n (%)	**1119 (38,9%)**	**1024 (43,1%)**	**0,002**

[a] Système Nerveux Central; [b] Activités instrumentales de vie quotidienne ; [c] Activités de vie quotidienne ; [d] min et max du 10e percentile de la distribution.

Tableau 2 : Évaluation cognitive des conducteurs et conductrices de la cohorte des 3C au suivi précédant l'arrêt, ou au dernier suivi disponible pour les conducteurs n'ayant pas cessé de conduire, N=5254

	Hommes *N=2876*	Femmes *N=2378*	P-value
Moyenne ± sd			
Set test d'Isaac	**32,2 ± 6,8**	**34,1 ± 6,7**	**<0,001**
MMSE[a]	**27,3 ± 2,2**	**27,6 ± 2,1**	**<0,001**
BVRT[b]	11,6 ± 2,0	11,7 ± 1,9	0,4
TMT[c] – B			
Temps par bon déplacement	**7,8 ± 9,8**	**7,0 ± 8,5**	**0,002**
Transitions correctes	**19,8 ± 6,1**	**20,5 ± 5,5**	**<0,001**
10[e] percentile [min ; max][d]			
Set test d'Isaac	[18 ; 29]	[19 ; 31]	
MMSE[a]	[21 ; 27]	[22 ; 27]	
BVRT[b]	[7 ; 11]	[6 ; 11]	
TMT[c] – B			
Temps par bon déplacement	[6,6 ; 25,3]	[6,2 ; 25,9]	
Transitions correctes	[5 ; 17]	[6 ; 18]	

[a] Mini Mental State Examination; [b] Benton Visual Retention Test; [c] Trail Making Test; [d] min et max du 10[e] percentile de la distribution de chaque variable cognitive, selon l'âge et le niveau d'éducation ; [e] min et max du 10[e] percentile de la distribution des différences entre les performances au recueil et au suivi 4 ans ou entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans

II- B- 2-*Facteurs d'arrêt de la conduite automobile*

Parmi les 5254 conducteurs, 20,9% ont arrêté de conduire sur une période de 10 ans, 15,1% chez les hommes et 27,7% chez les femmes. L'incidence d'arrêt de la conduite a été estimée à 3,2 pour 100 personnes années, 2,3 chez les hommes et 4,2 chez les femmes. L'âge moyen d'arrêt de la conduite était de 80,1 ans (sd=5,5), 81,9 ans (sd=5,5) chez les hommes et 79,0 ans (sd=5,2) chez les femmes (p-value<0,001).

Le modèle multivarié chez tous les participants montre que les femmes avaient plus de risque d'arrêter de conduire que les hommes (RR_{aj}=2,2 ; IC 95% : [1,9-2,5]), ajustés sur la démence, la pré-démence, la maladie de Parkinson, les antécédents d'AVC, la présence d'au moins une difficulté de mobilité physique, d'un déficit de la vision de loin, d'une dyspnée, d'une difficulté dans l'accomplissement d'activités instrumentales de la vie courante et le fait de se sentir en mauvaise santé.

Le tableau 3 présente les facteurs significativement associés à l'arrêt de la conduite dans les analyses multivariées chez les hommes et les femmes.[Tableau 3]

Facteurs associés à l'arrêt de la conduite, analyse multivariée chez les hommes et chez les femmes

La pré-démence, la démence, la maladie de Parkinson, un déficit de la vision de loin, au moins un déficit dans l'accomplissement d'activités instrumentales de la vie courante et le ressenti d'avoir une mauvaise santé étaient des facteurs d'arrêt de la conduite communs aux hommes et aux femmes. Chez les hommes seulement, un antécédent d'AVC, vivre seul, présenter au moins un déficit de mobilité physique, exprimer des difficultés d'orientation, et avoir une mauvaise performance de vitesse au TMT-B étaient des facteurs spécifiques d'arrêt. Chez les femmes seulement, obtenir son permis de conduire après 25 ans, avoir au moins une restriction dans les activités de base de la vie quotidienne, et présenter des antécédents de pathologie cardiovasculaire étaient des facteurs spécifiques d'arrêt de la conduite.

Tableau 3: Facteurs significativement associés à l'arrêt de la conduite chez les hommes et chez les femmes de la cohorte des 3C ; Analyse Multivariée

		Hommes N=2876 RR^{a}_{aj} [CI 95%]	Femmes N=2378 RR^{a}_{aj} [CI 95%]
Âge lors du permis de conduire	*<25 ans vs. ≥ 25 pour les femmes et <20 ans vs. ≥ 20 pour les hommes*	-	1,3 [1,1-1,6]
ADL[b]	*≥ 1 déficit vs. <1*	-	2,7 [1,1-7,1]
Déficit de mobilité	*≥ 1 déficit vs. <1*	1,8 [1,3-2,7]	-
Déficit vision de loin	*oui vs. non*	2,0 [1,2-3,3]	1,8 [1,3-2,6]
Evénement coronaire	*oui vs. non*	-	2,2 [1,1-4,4]
Pathologies du SNC[c]	*démence vs. pas patho.*	4,8 [3,6-6,4]	3,3 [2,3-4,8]
	Parkinson vs. pas patho.	5,2 [3,3-7,9]	3,1 [1,9-5,2]
	AVC vs. pas patho.	3,2 [1,6-6,6]	2,5 [1,1-5,8]
	Trauma. crânien vs. pas patho.	1,1 [0,3-3,4]	1,1 [0,5-2,4]
	pré-démence vs. pas patho.	3,9 [2,9-5,4]	2,5 [1,8-3,4]
IADL[d]	*≥ 1 déficit vs. < 1*	2,8 [2,0-3,9]	1,8 [1,2-2,6]
Santé subjective	*moyenne vs bonne*	1,3 [1,0-1,7]	1,3 [1,1-1,6]
	mauvaise vs bonne	2,0 [1,1-3,4]	1,8 [1,2-2,7]
Plainte difficultés d'orientation	*Oui vs non*	1,6 [1,0-2,4]	-
TMT[e] – B Temps par bon déplacement[f]	*Faible vs non faible*	1,5 [1,0-2,3]	-

[a] RRaj: Risque Relatif ajusté estimé par un modèle de Cox ; IC 95% : Intervalle de Confiance à 95% ; [b] Activités de vie quotidienne ; [c] Système Nerveux Central; [d] Activités instrumentales de la vie courante ; [e] Trail Making Test; [f] 10% des individus avec les plus faibles performances, selon l'âge et le niveau d'études ;

III- Synthèse du chapitre

En 2000, dans une population de près de 10 000 conducteurs âgés vivant à leur domicile, et âgés en moyenne de 74 ans , la proportion de conducteurs actifs était de 61%, 87 % chez les hommes, et 44 % chez les femmes.

Chez les conducteurs à l'inclusion, les probabilités d'arrêt de la conduite augmentent fortement avec l'âge, et sont plus élevées chez les femmes. Dans la phase pré-démentielle, l'effet de l'âge est encore plus fort sur la probabilité d'arrêt de la conduite. Quant à l'effet du sexe, il reste sensiblement le même, les probabilités d'arrêt des femmes étant toujours supérieures à celles des hommes. Après le diagnostic de démence, l'effet du sexe disparaît avec des probabilités d'arrêt 3 ans après le diagnostic très proches chez les hommes et chez les femmes, respectivement 41% et 46%.

La seconde étude montre que :

- Les conductrices sont en meilleure santé que les conducteurs, avec une prévalence de pathologies et de déficits cognitifs moindre
- Les femmes cessent de conduire plus jeunes que les hommes
- A âge, santé, et niveau cognitif égaux, les femmes s'arrêtent deux fois plus de conduire que les hommes
- Les pathologies du SNC ont un impact sur l'arrêt de la conduite moins fort chez les femmes que chez les hommes
- Bien qu'ajusté sur les pathologies du SNC, il reste un effet de la cognition chez les hommes seulement

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'arrêt de la conduite. Or nous avons vu que la régulation de la conduite ne se traduit pas uniquement par l'arrêt de la conduite mais peut se caractériser par d'autres stratégies. C'est pourquoi, nous proposons dans la suite de ce travail d'étudier deux autres indicateurs de régulation de la conduite : la diminution des kilomètres parcourus et l'évitement de certaines situations de conduite.

Chapitre 2 Autres indicateurs de régulation de la conduite

Pour la plupart des personnes âgées, l'arrêt de la conduite est précédé d'une phase plus ou moins longue au cours de laquelle les conducteurs modifient leurs habitudes de conduite. Ils diminuent les distances conduites ou évitent des situations de conduite jugées inconfortables ou dangereuses. Parmi les études qui se sont intéressées aux évitements de situations,[87, 104, 112, 113, 115, 124, 129, 131-133, 135-137, 139, 140] deux ont analysé les facteurs qui lui sont associés séparément chez les hommes et chez les femmes.[130, 134] Ces dernières n'ont toutefois pas étudié l'impact de déficits cognitifs ou d'une pathologie du SNC sur cette stratégie de régulation. Ainsi, dans ce second chapitre, nous essaierons de mettre en évidence des différences de sexe tout au long du processus de régulation et pas seulement sur sa fin. Dans une première partie, nous allons étudier les facteurs associés à une restriction de la conduite, c'est-à-dire à une diminution des kilomètres parcourus et à l'arrêt de la conduite, chez les hommes et chez les femmes. Puis dans une seconde partie, nous nous intéresserons aux facteurs associés au nombre de situations de conduite évitées chez les hommes et chez les femmes âgés.

I- Déterminants de la restriction de la conduite sur 6 ans

Nous nous intéressons ici aux facteurs associés à un processus de régulation de la conduite pouvant se traduire chez certains conducteurs par une diminution de l'exposition, et plus précisément par une diminution des kilomètres parcourus, et pour d'autres par l'arrêt de la conduite. Nous avons exploré la possibilité d'étudier un seul indicateur de régulation, comme la diminution des kilomètres conduits. Toutefois, la distance conduite étant recueillie en classes de kilomètres, les participants se trouvant dans la plus petite classe aurait dû être exclus de notre analyse, car ils n'étaient plus à risque de diminuer encore leurs kilomètres parcourus. Or cette classe est majoritairement représentée par les femmes. Nous avons donc préféré considérer la régulation comme une diminution des kilomètres ou un arrêt de la conduite, avec l'inconvénient de rendre les résultats un peu plus difficiles à interpréter.

L'objectif était d'identifier et de comparer, dans une population générale urbaine d'hommes et de femmes âgés, les facteurs cognitifs et fonctionnels associés à une restriction, incluant à la fois une diminution des kilomètres conduits et l'arrêt de la conduite. Cette étude est actuellement in press dans une revue internationale (cf. annexe 8 page 139):

Marie Dit Asse L, Fabrigoule C, Helmer C, Laumon B, Lafont S (in press) Automobile driving in seniors: Factors affecting driving restriction in men and women. Journal of American Geriactrics Society. Novembre 2014.

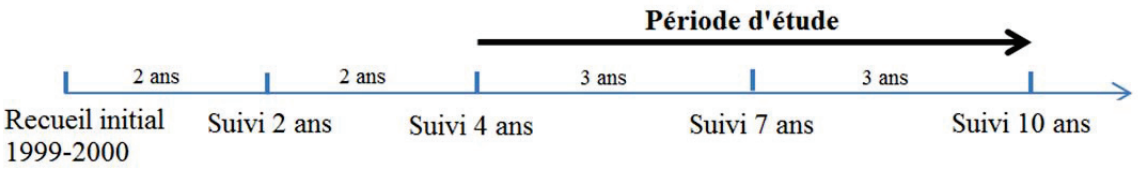
I- A- Méthode

I- A- 1-*Population d'étude : la cohorte des 3-Cités (3C)*

La cohorte dont cette étude s'appuie a été décrite dans le chapitre 1, pages 36-38.

La recherche des facteurs associés à la diminution des kilomètres parcourus en voiture ou à l'arrêt de la conduite a été menée auprès des participants de la ville de Bordeaux seulement (N=2 104), les villes de Montpellier et Dijon n'ayant pas recueilli les kilomètres parcourus en voiture. La période d'étude a également été restreinte. Lors du recueil initial, les kilomètres parcourus étaient recueillis en classes de kilomètres conduits annuellement, alors que pour les suivis 4, 7 et 10 ans, l'information a été recueillie en classes de kilomètres conduits par semaine, rendant la transposition impossible. Enfin les données du suivi 2 ans n'ont pas été utilisées car la batterie des tests cognitifs administrée était différente de celle des autres suivis Pour ces deux raisons, la période d'étude a commencé au suivi 4 ans et s'est terminée au suivi 10 ans (cf. figure 3).

Figure 3 : Schéma et période d'étude



Dans cette étude, nous avons inclus les conducteurs qui conduisaient au moment du suivi 4 ans, et qui avaient une information complète sur les kilomètres parcourus en voiture par semaine pour les suivis 4, 7 et 10 ans, ou qui avaient arrêté de conduire au cours de cette période d'observation. Ainsi, la population de cette première étude comprenait 523 individus. Les détails de la constitution de notre population d'étude sont présentés en annexe (cf. Annexe 2 page 127).

I- A- 2-*Définition de la variable d'intérêt*

Nous avons défini la restriction de la conduite par une diminution des kilomètres conduits ou un arrêt de la conduite au cours de la période d'observation. L'âge d'arrêt de la conduite a été recueilli auprès des participants. Lorsque celui-ci n'était pas ou était incorrectement renseigné, l'âge moyen entre les deux recueils encadrants l'arrêt a été pris en compte. Une vérification du statut de conducteur à chaque suivi a été menée permettant de vérifier la cohérence des déclarations et le caractère définitif ou au moins de longue durée de l'arrêt. Le nombre de kilomètres parcourus durant une semaine habituelle était recueilli en 5 catégories : <10 km, de 10 à 50 km, de 50 à 100 km, de 100 à 300 km, > 300 km. La réduction des kilomètres parcourus a été définie par le passage d'une classe de kilomètres à une classe de kilomètres inférieure entre le suivi 4 ans (correspondant à notre temps de base) et le suivi 10 ans (fin de la période d'observation). Nous avons pris en compte une baisse globale des kilomètres parcourus entre ces deux suivis, 4 et 10 ans, en négligeant les fluctuations constatées avec le suivi 7 ans. Il s'agit donc d'une diminution des kilomètres sur 6 ans, intervalle de temps qui nous semblait intéressant pour observer la mise en place ou la poursuite d'une régulation de la conduite. Le moment de la réduction des kilomètres parcourus a été attribué au moment de son recueil, 7 ans ou 10 ans. Si deux événements de restriction se produisaient pendant la période d'observation, c'est à dire une diminution des kilomètres parcourus puis un arrêt de la conduite, seule la diminution des kilomètres était prise en compte.

I- A- 3-*Facteurs étudiés*

Facteurs cognitifs

Une batterie de tests cognitifs a été administrée au sein de la cohorte à l'inclusion et à chaque suivi.

- Le test du Mini-Mental State Examination (MMSE)[158] (cf. chapitre 1 pages 40).
- Le test de rétention visuelle de Benton (BVRT)[159] (cf. chapitre 1 pages 45).
- Le Set test d'Isaac (IST)[160] (cf. chapitre 1 pages 45).
- Le Trail Making Test, part A & B (TMT-A & TMT-B)[161] mesure la vitesse de traitement de l'information et de flexibilité mentale. Dans la partie A, la vitesse de traitement visuo-attentionnelle est évaluée. Les sujets doivent relier avec un crayon le plus rapidement possible et dans l'ordre croissant des chiffres de 1 à 24 répartis sur une feuille de papier. Nous avons pris en compte le temps par déplacement avec au numérateur le temps total

pour compléter le test, et au dénominateur le nombre total de déplacements (un déplacement étant un trait entre deux chiffres), ainsi que le nombre de bons déplacements. Dans la partie B, le sujet doit relier le plus rapidement possible dans l'ordre croissant et alphabétique, une série de chiffres de 1 à 13 et de lettres de A à L, en alternant systématiquement entre chiffres et lettres (1-A- 2-B-3-C-4-D…). Cette partie est plus difficile car la personne doit inhiber la tendance à suivre la série automatique des chiffres ou celle des lettres pour alterner entre ces deux séries. Cela implique l'intervention de processus d'inhibition, de flexibilité mentale et de vitesse de traitement. Durant la passation du test, la psychologue rectifie les erreurs du sujet pour les quatre premiers déplacements. Ensuite, la psychologue laisse le sujet poursuivre sans aide ni rectification. Pour cette partie nous avons considéré le temps par déplacements avec, comme pour le TMT-A, le temps total pour compléter le test et au dénominateur le nombre de déplacements, corrects ou non. Le nombre de bons déplacements a été étudié, ainsi qu'un certain type d'erreurs : les persévérations. Ces dernières consistent à persévérer sur la série des lettres ou la série des chiffres au détriment de l'alternance.[171]

- Le test des 5 mots (FWT)[172] mesure la mémoire épisodique verbale. On présente au sujet une liste de 5 mots appartenant à 5 catégories sémantiques. Un rappel immédiat libre est effectué, suivi d'un rappel immédiat indicé des mots oubliés. Le rappel est libre lorsque le sujet restitue les mots appris sans aide, il est indicé lorsqu'une aide est apportée au sujet en lui remémorant les catégories des mots. Après un test d'interférence non-verbale (le TMT-A et le TMT-B), un rappel différé comprenant un rappel libre et rappel indicé est effectué. Une note sur 10 est donnée correspondant au nombre de mots restitués lors des rappels immédiat (libre + indicé) et différé (libre + indicé).

- Chaque variable cognitive a été transformée en variable qualitative pour les mêmes raisons exposées dans le chapitre précédant (cf. chapitre 1 page 46). Ainsi, un bas niveau cognitif à un test correspond dans cette étude à un temps par déplacement supérieur au 90ème percentile de la distribution, ou à un score de performance inférieure au 10ème percentile de la distribution considérée. Pour chaque mesure cognitive, le seuil a été identifié globalement, chez les hommes, puis chez les femmes, mais aussi en fonction de l'âge et du niveau d'études (cf. annexe 4 page 130).
- Pour savoir si les participants étaient déjà dans une trajectoire de baisse cognitive au début de notre période d'observation, la distribution de la différence de performances à chaque test neuropsychologique a également été étudiée. Ainsi, un déclin cognitif était sévère,

lorsque la différence des scores cognitifs entre l'inclusion dans la cohorte et le suivi 4 ans (début de notre période d'observation) ou entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans était supérieure au 90ème percentile, ou lorsque la différence des vitesses de passation entre l'inclusion et le suivi 4 ans ou entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans était inférieure au 10ème percentile (cf. annexe 5 page 133). Pour ce classement, nous n'avons pas pris en compte l'âge et le niveau d'études car il s'agit d'une mesure de baisse de leurs propres performances, gommant ainsi un effet âge ou un effet niveau d'études.

Pathologies du SNC

En se basant sur le travail réalisé auparavant au sein de l'équipe,[105] nous avons combiné 5 facteurs de santé pour étudier l'impact des pathologies du Système Nerveux Central (SNC) sur la restriction de la conduite automobile. Ces facteurs comprenaient des antécédents au cours de leur vie d'AVC ou de traumatisme crânien avec une perte de connaissance d'au moins 24h, informations déclarées par le participant, la maladie de Parkinson basée sur la déclaration d'une prise d'un traitement antiparkinsonien, la démence et la pré-démence. En effet, un diagnostic actif de la démence a été mis en place à l'inclusion et à chaque suivi pour tous les sujets de la cohorte. Le design prospectif de notre étude a permis d'assigner un statut de pré-démence aux participants non déments à un suivi et atteint de démence au suivi ultérieur. Lorsque plusieurs pathologies avaient eu lieu au même moment, nous avons choisi de privilégier les pathologies les plus sévères : quand la démence et la pré-démence apparaissaient seules ou avec une des trois autres pathologies, les sujets étaient classés comme ayant une démence ou une pré-démence ; quand la maladie de Parkinson apparaissait seule ou avec un AVC ou un traumatisme crânien, les participants étaient classés comme ayant une maladie de Parkinson ; quand l'AVC apparaissait seul ou avec le traumatisme crânien, les sujets étaient classés comme ayant eu un AVC. Nous avons choisi de privilégier la pré-démence aux autres pathologies car les AVC et les TC considérés ont pu avoir lieu à un moment très éloigné de la restriction. En effet, les antécédents d'AVC ou TC auto-déclaré ont pu survenir tout au long de leur vie. Ce choix est différent du choix effectué lors de l'étude sur l'arrêt de la conduite, qui a été menée plus tard au cours de la thèse, et pour laquelle nous avons eu à disposition de nouvelles mesures concernant les AVC (événements datés et validés).

Plainte cognitive (cf. chapitre 1 page 47).

Fonctions physiques

L'échelle des activités de base de la vie courante (ADL)[166] (cf. chapitre 1 page 47).

Les quatre items de l'échelle des activités instrumentales de la vie courante (4 IADLs)[164](cf. chapitre 1 pages 46).

La mobilité (échelle de Rosow et Breslau)[167] (cf. chapitre 1 pages 47).

Fonctions visuelles et chutes

La vision de loin a été évaluée à l'aide d'une mesure auto-rapportée d'une difficulté à reconnaitre un visage familier à plus de 4 mètres. Les participants ont été interrogés sur la survenue d'une chute dans les deux dernières années, et sur la peur que cela arrive. Une chute ou la peur de tomber est un exemple de stress directement liés au vieillissement.[173] Il a été constaté que les chutes pouvaient entraîner une restriction des activités quotidiennes et sembleraient être un facteur aggravant et accélérant des effets du vieillissement. La peur de tomber pourrait par ailleurs, par une mobilité réduite, aggraver la perte d'autonomie. Cette peur conduirait alors au refus de sortir ou même d'aller dans la salle de bain. Par l'absence de mobilité, l'ankylose et une diminution du tonus musculaire pourraient apparaitre. Les gestes deviendraient alors maladroits et mal coordonnés, avec une démarche hésitante et déséquilibrée alimentant elle-même une peur de tomber, et entrainant ainsi un cercle vicieux.[174] Les chutes et la peur de tomber ont été renseignées seulement au début de notre période d'observation, c'est à dire à 4 ans.

Autres facteurs de santé et consommation de médicaments

La visite avec le médecin a permis d'identifier les personnes qui présentaient différents antécédents ou maladies : dyspnée, cancer, fracture, diabète, problèmes cardiovasculaires (incluant l'angine de poitrine, l'infarctus du myocarde, l'hypertension : pression artérielle mesurée au cours des visites supérieur à 140/90 mmHg,[168] l'arthrite et l'insuffisance cardiovasculaire). D'autres maladies sérieuses non traumatiques ont également été rapportées par les participants. La symptomatologie dépressive a été évaluée à l'aide de l'échelle Center for Epidemiologic Studies Depression (CES-D).[169] Cet outil évalue l'humeur du sujet en lui demandant avec quelle fréquence il a ressenti, au cours d'une semaine typique, des symptômes ou des comportements souvent associés à la dépression. Le score maximal de cette échelle est de 60, un score élevé indiquant une symptomatologie dépressive sévère. Lors des analyses, nous avons utilisé des scores validés indiquant la présence d'une

symptomatologie dépressive, au-delà de 16 pour les hommes et de 22 pour les femmes.[170] Les entretiens à chaque visite incluaient un inventaire de tous les médicaments consommés au moins une fois durant le précédent mois. Pour éviter les oublis, les prescriptions médicales des participants ont été demandées. Nous avons défini un groupe de forts consommateurs de médicaments si le nombre de médicaments consommés était supérieur au 90^{e} percentile de la distribution du nombre de médicaments de la population d'étude. Une question sur l'état de santé perçu a également été administrée et les réponses mesurées sur une échelle de Lickert de 1 (vraiment en bonne santé) à 5 (vraiment en mauvaise santé). Pour nos analyses, une variable a deux modalités a été générée : mauvaise santé (4 et 5) versus bonne (1 à 3).

Autres facteurs en lien avec la conduite automobile

Chaque participant a répondu à une question sur un éventuel conseil d'arrêt de la conduite de la part d'une tierce personne. Les antécédents d'implications dans un accident de voiture lors des deux dernières années ont également été demandés. Les participants ont estimé leurs capacités de conduite en se donnant une note sur 10. Les conducteurs estimant leurs capacités de conduite comme mauvaises ont été identifiés par une note inférieure au 10ème percentile de la distribution. Quelques informations sur l'environnement de leur domicile ont été renseignées, incluant la proximité à moins de 5 minutes à pied avec un magasin (épicerie ou boulangerie) ou avec un transport public.

Facteurs sociodémographiques

Les informations sociodémographiques recueillies incluaient l'âge analysé en trois classes (< 75 ans, 75-79 ans et ≥ 80 ans), le sexe, le niveau de diplômes analysé en trois catégories (sans diplôme ou CEP, CAP ou BEP, et baccalauréat ou plus), le mode de vie (seul(e) ou non), la principale fonction occupée (Artisan/Commerçant, Cadre, Profession intermédiaire, Employé, Ouvrier ou femme au foyer), et le revenu mensuel par personne dans le foyer. Ce dernier n'ayant pas été recueilli lors du suivi 4 ans, nous avons utilisé le revenu recueilli au suivi 2 ans en 4 classes. Le centre de la classe du revenu a été divisé par le nombre d'individus dans le ménage, puis nous avons créé deux classes de revenu mensuel par personne : inférieur à 1 500 € et supérieur ou égal à 1 500 €.

I- A- 4-*Stratégie d'analyse*

Nous avons, dans un premier temps, comparé les caractéristiques des conducteurs et des conductrices :

- Pour ceux qui avaient restreint leur activité de conduite dans la période d'observation, les données prises en compte étaient celles du questionnaire de suivi précédant la restriction.
- Pour ceux qui n'avaient pas restreint leur activité de conduite dans la période d'observation, les données prises en compte étaient celles du suivi 7 ans (données avant censure).

Pour les variables qualitatives, les différences entre les hommes et les femmes ont été testées en utilisant des tests de χ^2. Pour les variables quantitatives, des tests t de Student ont été utilisés.

La stratégie d'analyse décrite dans la seconde partie du chapitre précédent a été appliquée ici.

Puis nous avons construit des modèles univariés de régression à risque proportionnel de Cox pour estimer le risque de restriction de la conduite. Ces différents modèles incluaient tous les facteurs décrits auparavant, dépendants du temps pour la majorité d'entre eux. Les exceptions comprenaient : les facteurs sociodémographiques (sauf l'âge et le mode de vie), la peur de tomber, la chute, et les performances cognitives au test des 5 mots, ceux-ci n'ayant été recueillis que lors du suivi 4 ans. Dans les modèles de régression à risque proportionnel de Cox, si l'apparition de l'événement est davantage liée à l'âge qu'à la durée de suivi, ce qui était le cas ici, il est préférable d'utiliser l'âge comme échelle de temps.[175] Toutefois, pour cette étude, nous n'avons pas pu prendre l'âge comme échelle de temps, car ce procédé suppose une exclusion des sujets qui ont déjà rencontré l'événement. Or notre événement d'intérêt était pour certains participants la diminution des kilomètres, et celle-ci pouvait avoir déjà commencé avant leur entrée dans la période d'étude. C'est pourquoi nous observons l'événement durant la période d'étude et non à un âge donné. Enfin, nous avons construit différents modèles multivariés : un chez les femmes et un chez les hommes. La méthode de sélection ascendante des variables a été utilisée pour construire les modèles multivariés. Une p-value inférieure à 0,05 a été considérée comme statistiquement significative. Nous avons utilisé la procédure PHREG du logiciel SAS version 9,2 TS level 2 MO.

I- B- Résultats

Au début de la période d'observation, c'est à dire à 4 ans, la population de l'étude comportait 523 conducteurs d'un âge moyen de 76,4 ans (sd=4,2), avec une proportion d'hommes légèrement plus élevée (52,2%).

I- B- 1-*Caractéristiques des conducteurs et conductrices*

Nous rappelons ici que les facteurs étudiés proviennent du questionnaire précédant la restriction, ou du questionnaire 7 ans (données avant censure). Les hommes et les femmes avaient le même âge.[cf. Tableau 1, article joint en annexe 8 page 139]. La majorité des femmes vivaient seules (60,0%) à la différence des hommes (19,8%). Les hommes et les femmes n'avaient pas le même cursus professionnel : les hommes avaient plus fréquemment travaillé avec un statut de cadre ou un statut d'ouvrier, et les femmes plus fréquemment avec un statut d'employé. Les femmes conduisaient moins que les hommes, avec 20,8% de femmes qui conduisaient moins de 10 km par semaine contre 7,3% d'hommes. Les conducteurs estimaient leurs capacités de conduite avec une note supérieure en moyenne à celle des conductrices. Les femmes avaient exprimé plus fréquemment que les hommes une peur de tomber, être tombées, avoir eu une fracture ou souffrir de dyspnée. Alors que les hommes avaient exprimé plus fréquemment avoir eu un problème cardiovasculaire, être traités pour un diabète ou avoir une restriction pour au moins une activité des 4-IADL. Le score au test des 5 mots évaluant la mémoire antérograde, et le score à 15 secondes Set test d'Isaac mesurant la mémoire sémantique et la fluence verbale étaient plus bas chez les hommes [cf. Tableau 2, article joint en annexe 8 page 139].

I- B- 2-*Facteurs de restriction de la conduite automobile*

Parmi les 523 conducteurs, 58,1% avaient restreint leur conduite automobile entre le suivi 4 ans et le suivi 10 ans, 53,8% parmi les hommes et 62,8% parmi les femmes. L'événement de restriction de la conduite au cours de ces 6 années s'était traduit par 174 diminutions des kilomètres parcourus en voiture (90 chez les hommes, 84 chez les femmes), et par 130 arrêts de la conduite (57 arrêts chez les hommes, 73 chez les femmes). Parmi les 122 diminutions qui se sont produites entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans, 33 ont été suivi d'un arrêt dans les 2,5 ans qui ont suivi (25,7%), 15 chez les hommes (24,2%) et 18 chez les femmes (30,0%).

L'analyse multivariée chez tous les participants montre que les femmes avaient plus de risque de restreindre leur activité de conduite que les hommes (RR_{aj}=1,4 ; IC 95% : [1,1-1,7]),

ajustés sur l'âge, le revenu, le nombre de kilomètres précédemment parcourus la démence, la pré-démence, la maladie de Parkinson, les antécédents d'AVC, la présence d'au moins une difficulté de mobilité physique, la peur de tomber, les performances cognitives au test de Benton, le temps d'exécution du test TMT-A et, le déclin des performances au MMSE.

Le tableau 3 montre les facteurs significativement associés à la restriction de la conduite dans les analyses multivariées chez les hommes et chez les femmes.[cf. Tableau 3, article joint en annexe 8 page 139]

Facteurs associés à une restriction de la conduite, analyse multivariée chez les hommes et chez les femmes

La pré-démence, la maladie de Parkinson, un âge avancé et un nombre élevé de kilomètres précédemment parcourus étaient des facteurs de restriction de la conduite communs aux hommes et aux femmes. En facteurs spécifiques de restriction de la conduite chez les hommes, nous avons mis en évidence la démence, la présence d'une symptomatologie dépressive et une restriction à au moins une activité instrumentale de la vie quotidienne. Le seul facteur cognitif de restriction spécifique aux hommes était un bas score au test de Benton. Chez les femmes, un bas revenu, la présence d'au moins une limitation physique et la peur de tomber étaient des facteurs de restriction spécifiques aux femmes. Les facteurs cognitifs spécifiques aux femmes retrouvés liés à une restriction étaient un faible temps d'exécution du TMT-A ou un sévère déclin des performances au MMSE.

Nous proposons dans la suite de notre travail de mettre en évidence des différences de sexe pas seulement en termes de diminution des kilomètres parcourus, mais également en termes d'évitements de situations de conduite.

II- Déterminants du nombre de situations de conduite évitées

Parmi les stratégies de régulation mises en place par les conducteurs âgés, on note des comportements d'évitement de situations de conduite de plus en plus fréquents lorsque l'âge augmente. Pour documenter ce volet de la régulation, nous nous sommes appuyés sur une autre cohorte de conducteurs âgés, dont l'objectif principal était de montrer la faisabilité d'un protocole cognitif pour les médecins généralistes afin de les aider dans leur conseil en matière de conduite automobile. Elle comportait un recueil initial et deux suivis, à un et deux ans. Dans les questionnaires de suivi, les conducteurs ont déclaré un certain nombre de situations de conduite qu'ils évitaient. Cette étude prospective aurait pu nous permettre d'étudier l'évolution du nombre de situations de conduite évitées. Mais en une année, celui-ci avait peu évolué : pour 84% de la population, aucune augmentation n'avait été observée. Le seul facteur associé à une augmentation du nombre de situations évitées était l'âge. La durée d'observation était donc trop courte pour mettre en évidence des facteurs autres que l'âge.

Par conséquent, dans ce travail, nous avons étudié le nombre de situations évitées déclarées au suivi 1 an. Pour expliquer ce nombre de situations évitées, nous avons pris en compte les facteurs physiques, le niveau cognitif, et les pathologies du SNC recueillis à l'inclusion. Des variables décrivant le ressenti des conducteurs vis-à-vis de la conduite dans le questionnaire à 1 an ont aussi été étudiées.

II- A- Méthode

II- A- 1-*Population d'étude*

Nous nous sommes appuyés sur une étude réalisée au sein de l'unité UMRESTTE entre 2008 et 2011, financée par l'ANR (étude MG-Cog CAPA) et qui impliquait également Colette Fabrigoule de l'USR SANPSY CNRS-Bordeaux 2. L'objectif de cette étude était de proposer des outils permettant une détection, en médecine générale, des troubles attentionnels et exécutifs pouvant interférer avec la conduite automobile, chez les personnes âgées de 70 ans et plus. L'inclusion des conducteurs âgés dans cette cohorte s'est déroulée entre mars et décembre 2009. Sur la base d'un calcul de puissance permettant de mettre en évidence un possible lien entre des déficits attentionnels et exécutifs et la survenue d'un accident, 960 conducteurs devaient être inclus dans l'étude. Les critères d'inclusion principaux de ces conducteurs étaient : être un patient recruté en consultation de médecine générale, être âgé de

70 ans ou plus, et être un conducteur régulier ou occasionnel. Le seul critère d'exclusion retenu était la maîtrise insuffisante de la langue française. Les participants ont été sélectionnés via le biais de leur médecin généraliste. Sur 2805 médecins généralistes contactés, 92 ont accepté de participer et ont inclus 541 conducteurs âgés de 70 ans ou plus. Les médecins ont proposé à leurs patients un questionnaire sur leurs caractéristiques sociodémographiques, sur leur santé physique et leurs habitudes de conduite. Une évaluation cognitive a également été menée. Les conducteurs âgés ont ensuite répondu à un questionnaire, envoyé par voie postale, 1 an, puis 2 ans après leur entrée dans l'étude. Ces questionnaires incluaient des informations sur leurs habitudes de conduite et quelques données de santé. Pour notre étude, nous avons inclus les 434 participants qui ont retourné le premier questionnaire de suivi (à 1 an) et qui ont rempli l'information sur les évitements de situations de conduite.

II- A- 2-*Définition de la variable d'intérêt*

Dans le questionnaire à 1 an, il a été demandé aux participants s'ils évitaient certaines situations de conduite : conduire sur les routes départementales/communales, sur les routes nationales, sur le périphérique/voies express, sur l'autoroute, en agglomération, dans les ronds-points, de nuit, par mauvais temps (pluie, brouillard, etc…), quand vous êtes seul(e), lorsqu'il y a beaucoup de circulation, ou sur des routes inconnues. La variable étudiée ici est le nombre de situations de conduite évitées déclarées dans le suivi 1 an.

II- A- 3-*Facteurs étudiés*

Évaluation cognitive

Lors du recueil initial, les médecins ont proposé deux tests cognitifs, le Trail Making Test, parties A et B et le test des Codes de Wechsler :

- Le Trail Making Test, parties A et B (cf. chapitre 2 pages 59-60).
- Le test des Codes de Wechsler[176] est un test qui évalue la vitesse de traitement visuo-attentionnelle, les capacités d'attention visuo-spatiale, les capacités de coordination visuo-motrice et les capacités d'attention soutenue. La mémoire incidente (non volontaire) de l'association entre les chiffres et les symboles peut également intervenir. Ce test consiste à substituer un chiffre par un symbole. On présente au sujet 4 lignes de 25 cases chacune. Deux séries de cases sont disposées l'une sous l'autre en haut de la page. Chaque case comprend une partie supérieure et une partie inférieure. Dans la partie supérieure il y a un chiffre entre 1 et 9 alors que la partie inférieure est

vide. Au-dessus des 4 lignes, on présente une grille dans laquelle se trouve le code : chaque chiffre correspond à un symbole. La personne doit compléter avec le symbole approprié les cases vides en se référant au modèle de correspondance chiffre/symbole situé en haut de la page. Après un essai, la personne a 90 secondes pour remplir le plus de cases possible. La note au test correspond au nombre de cases correctement remplies dans un temps limité.

Nous avons analysé ces facteurs cognitifs en variable qualitative pour les mêmes raisons exposées dans le chapitre précédant (cf. chapitre 1, page 46). Ainsi, comme dans les deux études précédentes, un test bas correspondait à un temps par déplacement supérieur au 90ème percentile de la distribution, ou à un score de performance inférieure au 10ème percentile de la distribution considérée. Pour chaque mesure cognitive, le seuil a été identifié globalement, chez les hommes, puis chez les femmes, mais aussi en fonction de l'âge et du niveau d'études (cf. annexe 6 page 135).

Difficultés cognitives ressenties

Il a été demandé aux participants s'ils avaient besoin de plus de temps pour réaliser les activités de la vie quotidienne et s'ils avaient du mal à se concentrer. Ces informations ont été demandées lors du suivi à 1 an

Fonctions physiques

Lors du recueil initial, les participants ont répondu à des questions sur quatre activités instrumentales de la vie courante (4-IADL)[164] (cf. chapitre 1 page 46). Ils ont également passé *le test Up and go* qui évalue la mobilité physique des individus et qui sollicite l'équilibre statique et dynamique. Il consiste en une mesure du temps qu'une personne va mettre pour se relever d'une chaise, marcher sur 3 mètres puis tourner, revenir à la chaise et s'y assoir. Nous avons défini un groupe avec de mauvaises performances si le temps était supérieur au 90ème percentile de la distribution.

Fonctions visuelles

La vision de loin a été mesurée, lors du suivi à 1 an, à l'aide d'une auto-estimation de difficultés à reconnaître un visage familier à plus de 4 mètres.

État de santé

Lors du recueil initial, le médecin a complété un bref bilan clinique du participant, comprenant les antécédents de traumatisme crânien ou d'AVC, la présence d'une maladie

neurologique (maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer, autre maladie neurologique en précisant laquelle), et la prise d'un traitement pour une hypertension ou une maladie cardiovasculaire, un diabète, du cholestérol, ou si le patient prenait des psychotropes. Lorsque plusieurs pathologies étaient déclarées au même moment, nous avons comme précédemment privilégié les pathologies les plus sévères.(cf. chapitre 1 page 40)

Autres facteurs en lien avec la conduite automobile

Lors du suivi 1 an :

- La présence d'un autre conducteur dans le foyer a été demandée.
- Le nombre de kilomètres conduits durant une semaine typique a été recueilli selon 5 modalités de réponses (< 10 km, entre 10 km et 50 km, entre 50 km et 100 km, entre 100 km et 300 km et > 300 km). Pour les analyses, nous avons constitué 3 catégories (< 50 km, entre 50 et 100 km, > 100 km).
- Les antécédents d'implications dans un accident de voiture ont également été demandés au cours de l'année passée.
- Les participants ont estimé leur niveau de fatigue lors de la conduite par rapport à l'âge de 40 ans.
- Ils ont répondu à une question sur le ressenti d'agressivité de la part des autres conducteurs.
- Des informations sur l'environnement de leur domicile ont été demandées, incluant l'accès à pied de commodités et services tels qu'une boulangerie, une boucherie, une épicerie, une pharmacie, et leur médecin).
- Les participants ont estimé leurs capacités de conduite en se donnant une note sur 5, la note 5 correspondant à de bonnes capacités. Nous avons analysé cette note en variable qualitative à deux modalités : note égale à 5 ou note inférieure à 5.
- Les participants ont également estimé leurs capacités de conduite par rapport à avant lorsqu'ils avaient une quarantaine d'années, et par rapport aux personnes de leur âge.

Facteurs sociodémographiques et sociaux

Le questionnaire initial comprenait des variables sociodémographiques : sexe, âge, mode de vie (seul ou non) et diplôme le plus haut obtenu que nous avons regroupé en 3 catégories : sans diplôme/CEP, CAP-BEP-Brevet, Bac et +. Lors du suivi, les questions sur le mode de vie et le lieu de résidence, au centre d'une agglomération ou en dehors, ont été à nouveau posées.

II- A- 4-*Stratégie d'analyse*

Dans un premier temps, nous avons comparé les caractéristiques mesurées au recueil ou au suivi à 1 an des conducteurs et des conductrices. Pour les variables qualitatives, les différences entre les hommes et les femmes ont été testées en utilisant des tests de χ^2. Pour les variables quantitatives, des tests t de Student ont été utilisés.

Nous avons ensuite décrit les situations de conduite évitées par les hommes et par les femmes et testé les différences avec un χ^2. Puis, nous avons construit des modèles univariés de régression log-linéaire de Poisson pour expliquer le nombre de situations de conduite évitées. Pour modéliser un comptage, on peut utiliser une loi binomiale ou une loi de Poisson. Dans notre cas, l'événement est rare et la loi de Poisson est alors préférée. Ces différents modèles incluaient tous les facteurs décrits dans les paragraphes précédents. Lors de la construction de ces modèles nous avons pris en compte le phénomène de sur-dispersion. En effet, la distribution observée de la variable d'intérêt ne suit pas exactement une loi de Poisson telle qu'attendue, sa variance étant plus élevée que celle issue d'une simple loi de Poisson. Cette sur-dispersion est définie par une déviance normalisée ou un khi-deux de Pearson normalisés nettement supérieurs à 1. La sur-dispersion n'intervient pas au niveau de l'estimation de β. Par contre, elle a pour effet de rendre les résultats des tests de Wald et des tests de rapport de log vraisemblance trop significatifs. Sur la base des résultats univariés, nous avons construits différents modèles multivariés : un chez les femmes et un chez les hommes. Puis, nous nous sommes intéressés à l'impact d'un ajustement sur les kilomètres parcourus. La méthode de sélection descendante des variables a été utilisée pour construire les modèles multivariés. Une p-value inférieure à 0,05 a été considérée comme statistiquement significative. Nous avons utilisé la procédure GENMOD du logiciel SAS version 9,2 TS level 2 MO, avec l'option pscale pour introduire un terme de bruit et prendre en compte la sur-dispersion.

II- B- Résultats

Au moment du recueil initial, la population d'étude était composée de 434 conducteurs âgés en moyenne de 76,9 ans (sd=5,2) avec une proportion de femmes de 32,7%.

II- B- 1-*Caractéristiques des conducteurs et conductrices*

Les femmes étaient légèrement plus âgées que les hommes, environ un an de plus, et vivaient plus fréquemment seules [Tableau 4]. Les hommes et les femmes n'avaient pas le même cursus professionnel : les hommes avaient plus fréquemment travaillé avec un statut de cadre, et les femmes avaient plus fréquemment travaillé avec un statut d'employée. Les femmes conduisaient moins que les hommes, avec 55,9% de femmes qui conduisaient moins de 50 km par semaine contre 38,4% d'hommes. Parmi les personnes qui ne vivaient pas seules, les femmes avaient plus fréquemment un autre conducteur dans leur foyer que les hommes. Enfin, les hommes avaient eu davantage d'accidents que les femmes.

Les hommes avaient exprimé plus fréquemment avoir une restriction pour au moins une activité sur les 4 IADL et ils étaient plus souvent traités pour un diabète. Les femmes consommaient plus fréquemment des psychotropes.

Tableau 4 : Caractéristiques des hommes et des femmes de la cohorte MG-Cog-CAPA, N=434

	Hommes N=292	Femmes N=142	*p-value*
Âge, m (sd)	**77,3 (5,3)**	**76,0 (5,0)**	***0,01***
Niveau d'éducation			
Sans diplôme / CEP	42,9	43,3	*0,8*
BEP/CAP, brevet	39,8	36,9	
Baccalauréat et plus	17,3	19,9	
Professions			
Agriculteurs	**7,5**	**10,5**	***<0,001***
Artisans, commerçants et chefs d'entreprise	**22,1**	**6,7**	
Cadres et profession intellectuelles supérieures	**15,7**	**7,5**	
Professions intermédiaire	**19,9**	**14,9**	
Employés	**18,2**	**43,3**	
Ouvriers	**16,7**	**11,9**	
Sans activité	**0,0**	**5,2**	
Mode de vie			
Seul(e)	**15,7**	**51,8**	***<0,001***
Lieux d'habitation			
Au centre d'une agglomération	62,5	60,7	*0,7*
En dehors du centre d'une agglomération	37,5	39,3	
Kilomètres parcourus par semaine en voiture			
< 50 km par sem.	**42,1**	**58,0**	***0,009***
50-100 km par sem.	**31,8**	**25,2**	
> 100 km par sem.	**26,1**	**16,8**	
Autre conducteur dans le foyer si vit accompagné(e)	**43,2**	**58,8**	***0,02***
≥ 1 accident cette dernière année	**6,9**	**1,4**	***0,02***
Accès à une boulangerie à pied	70,5	62,0	*0,08*
Accès à une épicerie à pied	51,8	50,8	*0,8*
Accès à une boucherie à pied	50,6	43,8	*0,2*
Accès à une pharmacie à pied	63,7	56,1	*0,1*
Accès à un médecin à pied	50,5	47,3	*0,5*
Agressivité des autres conducteurs	51,2	41,4	*0,2*
Estimation capacités de conduite (note/5), m (sd)	4,1 (0,7)	3,9 (0,8)	*0,06*
Capacités de conduite par rapport aux autres			
Meilleures	19,7	15,6	*0,6*
Aussi bonnes	79,9	83,7	
Moins bonnes	0,4	0,7	
Capacités de conduire par rapport à l'âge de 40 ans			
Meilleures	5,5	3,0	*0,4*

Aussi bonnes	67,9	72,6	
Moins bonnes	26,6	24,4	
Fatigue lors de la conduite par rapport à l'âge de 40 ans			
Plus fatigué	25,6	23,0	*0,7*
Pas de changement	72,7	75,5	
Moins fatigué	1,7	1,4	
Pathologies du SNC			
≥ 1 pathologie	14,0	12,0	*0,6*
Alzheimer	1,7	0,7	
Parkinson	1,7	0,0	
Accident vasculaire cérébral	4,8	2,8	
Traumatisme crânien	2,1	3,5	
Autres	3,8	4,9	
Ralenti dans la vie quotidienne	42,8	46,3	*0,5*
Difficulté de concentration	14,9	14,8	*1,0*
≥ 1 restriction aux 4 IADL	**15,8**	**5,6**	***0,003***
Traité pour hypertension	72,2	68,1	*0,4*
Traité pour diabète	**18,5**	**8,8**	***0,009***
Traité pour cholestérol	44,0	42,5	*0,8*
Prise de psychotropes	**14,8**	**34,5**	***<0,001***
Vision : difficulté reconnaitre visage à 4 mètres	99,6	99,3	*0.5*

Les femmes avaient également de meilleures performances au test des Codes que les hommes, mais de moins bonnes performances d'équilibre mesurées par le test de Up and Go.[Tableau 5]

Tableau 5: Évaluation cognitive et de mobilité physique des conducteurs et conductrices de la cohorte de MG-Cog CAPA, N=434

	Hommes *N=292* *m (sd)*	Femmes *N=142* *m (sd)*	P-value
Évaluation cognitive			
Test des codes			
Bons codes	**31,6 (16,2)**	**34,6 (13,3)**	**0,001**
Mauvais codes	0,8 (2,4)	0,6 (1,2)	0,7
TMT – A			
Temps par transition	2,7 (1,4)	2,6 (1,2)	0,5
Transitions correctes	23,8 (0,7)	23,9 (0,4)	0,9
TMT – B			
Temps par transition	6,5 (4,9)	6,1 (4,0)	0,3
Transitions correctes	19,1 (6,9)	19,2 (6,6)	0,8
Persévérations	0,9 (2,0)	0,9 (1,6)	0,1
Mobilité physique			
Up and go test	**13,3 (8,6)**	**13,7 (6,4)**	**0,02**

II- B- 2-*Évitement de situations de conduite*

Les deux premières situations de conduite évitées par les hommes et par les femmes étaient identiques : la conduite de nuit et par mauvais temps.[Tableau 6] Les femmes évitaient davantage de conduire sur le périphérique/voies express, sur l'autoroute, de nuit, par mauvais temps, ou sur des routes non familières que les hommes. Les femmes déclaraient en moyenne 3 situations évitées alors que les hommes en déclaraient un peu plus de 2.

Tableau 6 : Évitements des situations de conduite dans la cohorte MG-Cog CAPA au suivi 1 an, N=434,%

	Hommes N= 292	Femmes N= 142	p-value
Conduire			
sur les routes départementales/communales	3,5	4,2	0,7
sur les routes nationales	4,8	6,3	0,5
sur le périphérique/voies express	**16,1**	**34,5**	**<0,001**
sur l'autoroute	**17,2**	**38,7**	**<0,001**
en agglomération	13,5	9,9	0,3
dans les ronds-points	4,1	7,0	0,2
la nuit	**52,9**	**74,5**	**<0,001**
par mauvais temps (pluie, brouillard, etc…)	**47,8**	**57,8**	**0,05**
seul	4,5	4,2	0,9
lors de fort trafic	30,3	26,6	0,4
sur des routes non familières	**19,0**	**39,9**	**<0,001**
Nombre moyen de situations évitées, m (sd)	**2,1 (2,0)**	**3,0 (2,0)**	**<0,001**

L'analyse multivariée chez tous les participants montre que les femmes évitaient davantage de situations de conduite, indépendamment des autres facteurs qui étaient : l'âge, l'accès à au moins une commodité (boulangerie, épicerie, pharmacie, boucherie ou médecin), la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer, la pathologie neurologique autre que Parkinson ou Alzheimer, au moins une restriction aux 4-IADL, les performances au test des Codes, la vitesse au TMT-A et, l'impression d'un ralentissement pour réaliser les activités quotidiennes.

Le tableau 7 montre les facteurs significativement associés au nombre de situations de conduite évitées chez les conducteurs et conductrices de la cohorte MG-Cog CAPA.

Facteurs associés au nombre d'évitements de situations de conduite chez les hommes

Les facteurs associés à un plus fort nombre de situations évitées étaient : un âge avancé, un bas niveau d'éducation, l'absence d'accès à au moins une commodité, la maladie de Parkinson ou une maladie neurologique autre que Parkinson ou Alzheimer, l'impression d'un ralentissement pour réaliser les activités quotidiennes et un score élevé de bons signes au test des Codes. Les facteurs associés à un plus faible nombre de situations évitées étaient : la maladie d'Alzheimer et un score élevé de mauvais signes au test des Codes.

Facteurs associés au nombre d'évitements de situations de conduite chez les femmes

Les facteurs associés à un plus fort nombre de situations évitées étaient : l'impression d'un ralentissement pour réaliser les activités quotidiennes et un temps par transition faible lors du TMT-A.

Nous avons dans ces deux modèles ajouter les kilomètres parcourus à l'inclusion, ceux-ci étant associés au nombre de situations évitées : plus la distance conduite est élevé, plus faible est le nombre de situations évitées. Certains facteurs n'étaient plus associés chez les hommes à cette stratégie de régulation : le niveau d'éducation, l'accès à au moins une commodité, avoir au moins une restriction aux 4-IADL et le score de bons signes au test des Codes.

Tableau 7 : Facteurs significativement associés au nombre de situations de conduite évitées chez les conducteurs et conductrices de la cohorte MG-Cog CAPA ; Analyse Multivariée

		Hommes N=242	Femmes N=118
Âge	*75-79 ans vs.65-74*	0,09	--
	≥ 80 ans vs. 65-74	0,39 **	--
Niveau d'éducation	*Sans diplôme / CEP vs. baccalauréat et plus*	0,35 *	--
	BEP/CAP/ brevet vs. baccalauréat et plus	0,22	
Accès à pied à au moins une commodité	*Oui, vs non*	-0,22 *	
Pathologies du SNC[a]	*Alzheimer vs. pas patho*	- 1,70 *	--
	Parkinson vs. pas patho	0,62 *	--
	AVC vs. pas patho	0,13	--
	Trauma. crânien vs pas patho	0,26	--
	Autre patho vs. pas patho	0,65 **	--
Test des Codes, Bon codes	*faible vs. non faible*	0,32 **	--
Test des Codes, Mauvais codes	*faible vs. non faible*	-0,43 **	--
TMT[b]-A, Temps par transition	*faible vs. non faible*	--	0,30 **
Impression de ralenti	*Oui vs. non*	0,28 **	0,39 **

*** ≤0,001 ; ** ≤0,01 ; * ≤0,05 ;
[a] Système Nerveux Central; [b] Trail Making Test;

III- Synthèse du chapitre

Nous nous sommes appuyés dans ce chapitre sur deux cohortes en population générale, d'âge moyen équivalent mais un peu différentes quant à leur sexe ratio, la cohorte recrutée par les médecins généralistes étant plus masculine que la cohorte des 3C. Ces deux études montrent :

- Une majorité des conducteurs et conductrices âgés modifient leurs habitudes de conduite, que ce soit par une réduction des kilomètres conduits en 6 ans ou par l'évitement de situations de conduite
- Les femmes restreignent davantage leur conduite automobile et évitent un plus grand nombre de situations de conduite que les hommes, et cela après la prise en compte des caractéristiques sociodémographiques et de santé.
- Les hommes et les femmes qui ont un bas niveau social réduisent plus leur mobilité routière et évitent plus de situations de conduite
- Les hommes et les femmes qui vont développer une démence à court terme réduisent plus leur mobilité routière
- Les hommes déments diminuent plus leur mobilité routière que les autres hommes. Toutefois ceux qui présentent une démence de type Alzheimer selon le médecin généraliste évitent moins de situations de conduite que les autres hommes
- Les hommes et des femmes qui présentent une maladie de Parkinson réduisent plus leur mobilité routière ; les hommes Parkinsoniens évitent plus de situations de conduite que les autres hommes
- Même avec la prise en compte des pathologies du SNC, une faible performance cognitive est un facteur de régulation chez les hommes et chez les femmes

Ces deux précédents chapitres ont permis de montrer une différence de sexe lors du processus de régulation, en termes de diminution des kilomètres parcourus, d'évitements de situations de conduite et d'arrêt de la conduite. Une question se pose alors : est-ce que cette différence de sexe observée est une spécificité culturelle française ? Afin d'apporter des éléments de réponse à cette question, nous avons mené une étude qui s'est déroulée au sein de deux pays différents : la France et la Suède.

Chapitre 3 La régulation de la conduite chez les hommes et les femmes : une question de culture ?

Au cours des chapitres précédents, nous avons montré que les hommes et les femmes s'engageaient différemment dans ce processus de régulation de la conduite automobile, que ce soit en termes de diminution des kilomètres parcourus, de situations de conduite évitées ou d'arrêt. Les femmes modifient plus et plus tôt leurs habitudes de conduite que les hommes. Par ailleurs, certains facteurs associés à cette régulation sont spécifiques aux hommes ou aux femmes. Nous proposons dans cette dernière partie d'explorer un possible effet culturel dans la façon dont les conducteurs et conductrices âgés vont adapter leurs habitudes de conduite face aux effets du vieillissement. On peut en effet penser que la place accordée à la voiture tout au long de la vie est différente entre les hommes et les femmes et que cette différence est plus ou moins prononcée selon les cultures. Nous avons l'opportunité de comparer la régulation de la conduite des conducteurs âgés français à celle de conducteurs âgés suédois. Même si a priori la culture suédoise est assez proche de la nôtre, la Suède est un exemple intéressant. En effet, ce pays est cité comme un précurseur et un modèle en matière d'égalité des sexes, cette évolution ayant commencé dès le début du XXème siècle,[177] avec un accès à l'éducation pour les femmes en 1842 contre 1880 en France, ou encore l'acquisition du droit de vote aux élections nationales en 1920 contre 1944 en France. Il s'agit donc ici de comparer le nombre de situations de conduite évitées par les hommes et les femmes, français et suédois, et d'étudier les facteurs qui modifient ces évitements. Cette comparaison permettra de voir si les politiques mises en place en Suède ont eu un impact dans les comportements de conduite. On s'attend donc à observer davantage de différences entre les hommes et les femmes en France qu'en Suède.

I- Méthode

I- A- Population d'étude basée sur le projet SAFEMOVE

Pour ce travail nous nous sommes appuyés sur les données du projet SAFEMOVE mené en France et en Suède. L'objectif principal de ce projet est d'étudier l'impact de l'auto estimation des capacités cognitives et de conduite sur la façon dont les conducteurs âgés modifient leurs habitudes de conduite. Pour cette étude, je me suis rendue en Suède afin de comparer les données obtenues au sein des deux pays.

En France, les conducteurs âgés de 70 ans ou plus ont été recrutés dans deux départements, le Rhône et le Calvados, à partir d'un tirage au sort sur les listes électorales de leurs communes, elles-mêmes tirées au sort en fonction de leur nombre d'habitants (162 dans le Rhône, 277 dans le Calvados). Plus de 16 000 courriers ont été envoyés et 4 467 personnes ont renvoyé le coupon réponse. Parmi ces dernières, 27% ont donné leur accord de participation, 31% ont refusé et 42% n'étaient pas éligibles pour l'étude (18% avaient arrêté de conduire, 20% n'avais jamais conduit et 4% étaient décédés). Au final, 1 204 conducteurs actifs âgés de 70 ans ou plus ont reçu la visite d'une psychologue à leur domicile lors duquel ils ont répondu à un questionnaire et ont eu une évaluation cognitive. L'inclusion des participants s'est déroulée de mai 2012 à mai 2013.

En Suède, le recrutement s'est déroulé de Septembre à Octobre 2012. Les critères d'inclusion dans l'étude étaient d'être nés en 1941 ou après (71 ans au minimum lors du recueil), de vivre dans la région de Västra Götaland en Suède, d'être titulaire d'un permis de conduire de catégorie B, et de continuer de conduire une voiture. Sur demande de l'institut national suédois de recherche sur la route et les transports (VTI), le centre de Statistique Suédois (SCB) a constitué un échantillon à partir du registre de permis de conduire national, et envoyé un auto-questionnaire par voie postale. La population totale, qui réunissait les trois premiers critères ci-dessus comprenait 143 389 sujets. Un échantillon aléatoire simple de 3 000 sujets a été effectué. Au final, 1 362 conducteurs ont retourné le questionnaire. Le choix d'un recueil par auto-questionnaires n'a pas permis de mesurer le niveau cognitif des conducteurs suédois.

I- B- Définition des variables d'intérêt : nombre de situations de conduite évitées

Il a été demandé aux participants s'ils évitaient certaines situations de conduite : « s'insérer sur voies express/autoroutes, franchir des carrefours compliqués, manœuvrer pour vous garer, entrer et sortir d'un rond-point qui a 2 voies de circulation, dépasser un véhicule sur une route à double sens, changer de file de circulation, tourner à droite en intersection, tourner à gauche en intersection, conduire lorsque vous avez le soleil face à vous, de nuit, par mauvais temps (pluie, brouillard, neige, etc…), dans une agglomération/un quartier que vous ne connaissez pas, dans une agglomération/un quartier que vous connaissez, sur une route glissante, lorsqu'il y a beaucoup de trafic, quand vous êtes seul(e), quand vous êtes accompagné(e) ou sur des routes que vous ne connaissez pas ». Nous avons étudié les facteurs associés au nombre de situations de conduite évitées.

I- C- Facteurs étudiés

Évaluation cognitive

Dans l'étude française, les psychologues ont administré deux tests cognitifs, le Trail Making Test, parties A et B et le test des Codes de Wechsler.

- *Le Trail Making Test, parties A et B* (cf. chapitre 2 pages 59-60).
- *Le test des Codes de Wechsler*[176] (cf. chapitre 2 pages 68-69).

Nous avons choisi d'analyser ces facteurs cognitifs en variable qualitatives pour les mêmes raisons que celles exposées dans le chapitre 1.(cf. chapitre 1, page 46) Un bas niveau cognitif à un test correspondait à un temps par déplacement supérieur au 90ème percentile de la distribution, ou à un score de réussite inférieure au 10ème percentile de la distribution considérée. Pour chaque mesure cognitive, le seuil a été identifié globalement, chez les hommes, puis chez les femmes, mais aussi en fonction de l'âge et du niveau d'études (cf. annexe 7 page 137).

Habitudes de conduite

Le nombre total de kilomètres conduits lors d'une semaine habituelle a été recueilli, de même que la fréquence de conduite présentée en 4 catégories : 1 fois par mois ou moins, 1 fois par semaine, 2 à 3 fois par semaine et presque tous les jours ou plus. Les participants ont précisé s'ils étaient toujours, le plus souvent, ou de temps en temps conducteur lors de leurs

déplacements en voiture. Nous avons pris en compte cette information lorsqu'ils ne vivaient pas seuls.

Expérience de conduite et autres modes de transports

Une suspension temporelle de la conduite pendant une longue période, l'âge lors de l'obtention du permis de conduire, et les antécédents d'accidents de la route durant les 2 dernières années ont été recueillis.

L'accès à 5 minutes à pied d'un transport public (bus, train, métro ou tramway) et son utilisation ont été demandés.

Difficultés lors de certaines situations de conduite

Pour chaque situation de conduite décrite précédemment dans la variable d'intérêt, il a été demandé aux participants s'ils rencontraient des difficultés dans celle-ci. Ces difficultés ont été classées en deux grandes catégories : les difficultés liées à des situations en rapport avec de mauvaises conditions météorologiques et les difficultés liées à des lieux ou manœuvres de conduite. La première catégorie regroupe la conduite de nuit, par mauvais temps, sur une route glissante et la conduite face au soleil. La seconde catégorie regroupe la conduite sur voies express/autoroutes, l'insertion sur voies express/autoroutes, le franchissement de carrefours compliqués, conduire dans une agglomération ou un quartier non connu, entrer et sortir d'un rond-point à 2 voies de circulation, tourner à gauche en intersection, circuler lorsqu'il y a beaucoup de trafic, dépasser un véhicule sur une route à double sens, tourner à droite en intersection, changer de file de circulation, manœuvrer pour se garer, tourner à droite en intersection.

Deux modalités pour ces deux nouvelles variables ont été prises en compte : ne pas avoir de difficultés ou ressentir au moins une difficulté.

Auto-estimation des capacités de conduite

Les participants ont estimé s'ils étaient de bons conducteurs, puis s'ils étaient des conducteurs prudents (sur une échelle de Lickert de 1 à 5, 5 correspondant à tout à fait d'accord). Deux variables en 3 modalités ont été analysées : pas du tout d'accord ou pas d'accord, plus ou moins d'accord, d'accord ou tout à fait d'accord. Les participants ont ensuite estimé leurs capacités de conduite en comparaison à celles qu'ils avaient à 40 ans, puis en comparaison avec celles des personnes de leur âge. Les choix possibles de réponse étaient : « mieux », « identique » ou « moins bien ».

Ressenti sur l'activité de conduite

Plusieurs questions explorent le ressenti des conducteurs âgés sur l'activité de conduite : la fatigue par rapport à l'âge de 40 ans, la fréquence de peur en conduisant (sur une échelle de 1 à 5, 5 correspondant à très souvent), le fait de prendre du plaisir en conduisant, et de ressentir la conduite comme une nécessité pour rester indépendant. L'impact sur leur vie que pourrait avoir un arrêt de la conduite, c'est-à-dire un soulagement, pas de changement, un impact négatif, ou une véritable catastrophe a également été demandé aux participants. Enfin le fait d'avoir déjà envisagé d'arrêter de conduire a été recueilli.

État de santé

Il a été demandé aux participants s'ils avaient ou avaient eu une maladie de Parkinson, un AVC, un traumatisme crânien avec une perte de connaissance de plus de 24 heures, ou encore une maladie d'Alzheimer ou une maladie apparentée. Une variable en deux modalités a été analysée : au moins une pathologie ou antécédents cités, et aucune des pathologies ou antécédents cités. L'état de santé subjectif et l'état de santé relatif, en comparaison avec celui des personnes de leur âge, ont été mesurés sur une échelle de 1 à 5, 5 correspondants à très bonne pour la santé subjective, et bien meilleure pour la santé relative. Une variable en trois modalités a été prise en compte : bon, moyen et mauvais pour l'état de santé subjectif ; meilleur, identique, moins bon pour l'état de santé relatif. Une estimation de leur vision et de leur audition leur a également été demandé (sur une échelle de 1 à 5, 5 correspondant à très bonne). Une variable en trois modalités a aussi été prise en compte pour la vision et l'audition : bonne, moyenne et mauvaise.

Variables sociodémographiques

Des informations sur l'âge des participants, leur niveau de diplôme (sans diplôme ou diplôme de niveau primaire, diplôme de niveau secondaire, et diplôme de niveau universitaire), leur mode de vie (seul(e) ou accompagné(e)), et leurs revenus (≤2 500€ ou ≤25 000 SEK) ont également été recueillis.

I- D- Stratégie d'analyse

Une comparaison des caractéristiques citées précédemment entre les hommes et les femmes a été effectuée au sein des deux populations, française et suédoise. Pour cela, des tests de χ^2 ont été utilisés pour les variables qualitatives. Pour les variables quantitatives, des tests t de Student ont été utilisés. Les différentes situations de conduite évitées ont été comparées selon le sexe et le pays par des tests de χ^2. Puis, nous avons construit différents modèles univariés de régression log-linéaire de Poisson pour appréhender le nombre de situations de conduite évitées. Pour modéliser un comptage, on peut utiliser une loi binomiale ou une loi de Poisson. Dans notre cas, l'événement est rare et la loi de Poisson est alors préférée. Ces différents modèles incluaient tous les facteurs décrits auparavant. Lors de la construction de ces modèles nous avons pris en compte le phénomène de sur-dispersion.(cf. chapitre 2 page 71) Sur la base des résultats univariés, nous avons construits différents modèles multivariés : un chez les hommes et un chez les femmes de l'étude française, un chez les hommes et un chez les femmes de l'étude suédoise. Les variables explicatives sont entrées dans le modèle par une procédure descendante, une p-value inférieure à 0,05 a été considérée comme statistiquement significative.

II- Résultats

La population d'étude française était composée de 1 204 conducteurs âgés en moyenne de 76,6 ans (sd=5,1) avec une proportion de femmes de 40,0%. La population d'étude suédoise était composée de 1 362 conducteurs âgés en moyenne de 76,9 ans (sd=4,8) avec une proportion de femmes de 36,8%. Ces deux populations, issues de la population générale, étaient comparables en nombre, en âge, et en part respective d'hommes et de femmes.

II- A- Caractéristiques sociodémographiques et de santé des conducteurs et conductrices

Au sein des deux populations d'étude, les femmes étaient en moyenne plus jeunes que les hommes (75,9 ans vs. 77,1 en France, et 75,9 ans vs. 77,5 ans en Suède). Les femmes n'avaient pas les mêmes niveaux d'éducation que les hommes, en France la différence portait essentiellement sur le niveau secondaire qui comptait plus de femmes, et en Suède elles étaient plus nombreuses à avoir un diplôme supérieur que les hommes.[Tableau 8] Dans les deux pays, les femmes vivaient plus souvent seules que les hommes, et cette différence était plus marquée en France. Les femmes avaient un revenu plus bas que celui des hommes, et ici encore, la différence entre hommes et femmes était plus marquée en France.

Concernant leur santé, la proportion de personnes qui déclaraient au moins une pathologie ou un antécédent de pathologie du SNC était plus forte en France, mais aucune différence significative entre hommes et femmes n'a été notée dans les deux pays. Aucune différence entre hommes et femmes des deux pays n'a été trouvée sur la santé subjective, la santé relative, et les problèmes de vision. La seule différence concerne l'audition : les femmes des deux pays déclaraient plus souvent que les hommes avoir une bonne audition.

Concernant le niveau cognitif mesuré dans l'étude française, les femmes avaient de meilleures performances au test des Codes, et une meilleure performance de vitesse au TMT-A et B, mais elles avaient un peu plus de persévérations dans la partie B que les hommes.[Tableau 9]

Tableau 8 : Caractéristiques sociodémographiques et de santé des hommes et des femmes des deux études

	Étude française Col.%			Étude suédoise Col.%		
	Hommes N=759	Femmes N=445	*p-value*	Hommes N=861	Femmes N=501	*p-value*
Âge						
< 75 ans	**38.6**	**45.7**	**≤ *0.001***	**34.6**	**46.3**	**≤ *0.001***
75-79 ans	**31.2**	**34.2**		**34.2**	**34.3**	
≥ 80 ans	**30.1**	**20.3**		**31.2**	**19.4**	
Niveau de diplôme						
Sans / primaire	**54.4**	**49.7**	***0.003***	**57.5**	**46.4**	**≤ *0.001***
Secondaire	**10.5**	**17.3**		**12.5**	**12.1**	
Universitaire	**35.0**	**33.0**		**30.0**	**41.5**	
Mode de vie : seul (e)	**17.2**	**43.8**	**≤ *0.001***	**23.1**	**40.9**	**≤ *0.001***
Bas revenu : ≤ 2 500€ / ≤ 25 000 SEK	**39.1**	**62.8**	**≤ *0.001***	**75.2**	**82.7**	***0.003***
≥ 1 pathologie ou antécédent du SNC	5.0	3.4	*0.2*	2.3	1.6	*0.4*
Santé subjective						
Mauvais	2.1	1.4	*0.3*	2.1	1.2	*0.5*
Moyen	22.4	25.5		20.8	21.6	
Bon	75.5	73.2		77.1	77.2	
Santé relative						
Moins bonne	1.5	2.5	*0.2*	2.2	1.9	*0.9*
Identique	27.1	29.7		21.0	21.3	
Meilleure	71.5	67.8		76.9	76.9	
Vision						
Mauvaise	1.6	2.5	*0.5*	1.1	1.2	*1.0*
Moyenne	17.4	16.2		14.3	14.5	
Bonne	81.1	81.3		84.7	84.3	
Audition						
Mauvaise	**6.3**	**2.3**	**≤ *0.001***	**4.7**	**1.4**	**≤ *0.001***
Moyenne	**36.1**	**29.1**		**23.8**	**12.6**	
Bonne	**57.6**	**68.7**		**71.5**	**86.0**	

Tableau 9 : Évaluation cognitive des hommes et les femmes dans la cohorte française

	Étude française		
	Hommes N=759 m (sd)	Femmes N=445 m (sd)	*p-value*
Test des codes			
Bons codes	**36,3 (10,0)**	**40,7 (10,5)**	***<0,001***
Mauvais codes	0,6 (1,2)	0,7 (1,3)	*0,06*
TMT[a] – A			
Temps par transition	**2,2 (0,8)**	**2,0 (0,8)**	***0,005***
Transitions correctes	23,9 (0,4)	23,9 (0,4)	*0,5*
TMT[a] – B			
Temps par transition	**4,7 (2,4)**	**4,2 (2,0)**	***<0,001***
Transitions correctes	20,8 (5,3)	20,8 (5,5)	*0,8*
Persévérations	**0,5 (0,9)**	**0,6 (1,4)**	***0,002***

Habitudes de conduite

Dans les deux populations françaises et suédoises, les femmes conduisaient moins en fréquence et en distance. [Tableau 10] Elles avaient obtenu le permis de conduire un peu plus tard que les hommes. Lorsqu'elles ne vivaient pas seules, elles étaient moins souvent conductrices lors de leurs déplacements en voiture que les hommes qui ne vivaient pas seuls. Elles étaient plus nombreuses que les hommes à avoir interrompu la conduite durant une longue période. Aucune différence significative sur leur accidentologie des deux dernières années n'a été notée. Une large part des participants avait accès à moins de 5 minutes à pied à un transport public, mais peu d'entre eux les utilisaient. Toutefois, les conductrices françaises les utilisaient plus fréquemment que les hommes français.

Difficultés de conduite

Dans les deux études, la proportion de personnes qui n'avaient aucune difficulté de conduite en cas de mauvaises conditions météorologiques était supérieure chez les hommes par rapport aux femmes avec un écart plus marqué chez les suédois. Quant aux difficultés liées à des lieux ou des manœuvres de conduite, là encore, la proportion de personnes qui n'avaient aucune difficulté était plus importante parmi les hommes avec un écart plus prononcé en Suède.

Ressenti et auto-estimation des capacités de conduite

Dans les deux études, la proportion de personnes qui n'avaient jamais peur au volant était un peu plus importante chez les hommes et cette différence était un peu plus marquée chez les participants suédois.

Dans l'étude française uniquement, les femmes déclaraient plus souvent un besoin de conduire une voiture pour être indépendante. En revanche, elles étaient plus nombreuses à avoir déjà envisagé d'arrêter de conduire. Les femmes ressentaient moins souvent de la fatigue lors de la conduite qu'à l'âge de 40 ans que les hommes.

Dans l'étude suédoise uniquement, la part des conducteurs qui estimaient leurs capacités de conduite meilleures que celles qu'ils avaient à 40 ans était plus importante chez les hommes que chez les femmes. Ils étaient aussi plus nombreux à déclarer prendre du plaisir à conduire, ou prendre des risques au volant que les femmes. Enfin, les hommes suédois étaient plus nombreux à se déclarer bons conducteurs que les femmes suédoises.

Tableau 10 : Activité de conduite et auto-estimation des capacités de conduite des hommes et des femmes des deux études.

	Étude française Col.%			Étude suédoise Col.%		
	Hommes N=759	Femmes N=445	*p-value*	Hommes N=861	Femmes N=501	*p-value*
Km /sem, médiane [min ; max]	**132 [5;1 346]**	**60 [0;550]**	***<0.001***	**125 [1;9 000]**	**60 [1;7 000]**	***<0.001***
Fréquence de conduite						
1 fois/mois	**2.2**	**3.4**	***0.004***	**0.7**	**2.3**	***≤ 0.001***
1 fois/sem	**7.9**	**11.9**		**8.2**	**17.1**	
2-3 fois/sem	**29.4**	**34.4**		**49.9**	**60.5**	
Tous les jours ou presque	**60.5**	**50.3**		**41.2**	**20.2**	
≤ 20 ans/ 24 ans[a] à l'obtention du permis	**57.5**	**29.1**	***≤ 0.001***	**67.5**	**33.2**	***≤ 0.001***
Parmi les participants vivant accompagnés						
Lors des déplacements :						
Toujours conducteur	***55.2***	***21.0***	***<0.001***	***50.0***	***19.1***	***<0.001***
Le plus souvent	***37.5***	***30.9***		***43.1***	***22.8***	
De temps en temps	***7.3***	***48.1***		***6.9***	***58.1***	
Arrêt de la conduite[b]	**7.4**	**12.4**	***0.003***	**4.0**	**7.7**	***0.004***
≥ 1 accident dans les 2 ans	10.0	9.0	*0.6*	4.9	3.0	*0.09*
Accès TP[c]	84.2	81.7	*0.3*	78.4	79.4	*0.6*
Utilisation TP[c] ≥ 1 fois/sem	**19.2**	**27.0**	***0.002***	14.2	16.4	*0.3*
Aucune difficulté de conduite situations 1[d]	**28.4**	**17.1**	***≤ 0.001***	**38.3**	**17.0**	***≤ 0.001***
Aucune difficulté de conduite situations 2[e]	**44.6**	**32.7**	***≤ 0.001***	**40.8**	**22.5**	***≤ 0.001***
Peur en conduisant						
Souvent	**1.1**	**1.8**	***0.02***	**1.0**	**2.1**	***≤ 0.001***
Parfois	**10.6**	**15.5**		**2.3**	**12.9**	
Jamais	**88.4**	**82.7**		**96.7**	**85.0**	
Plaisir en conduisant	78.5	73.8	*0.06*	**92.8**	**89.2**	***0.02***
Besoin pour être indépendant	**92.6**	**96.0**	***0.02***	71.5	71.4	*1.0*
Arrêt de la conduite :						
Un soulagement	0.1	0.0	*0.6*	0.3	0.2	*0.06*
Vie identique	7.8	6.3		7.7	13.2	
Vie moins bonne	42.2	39.9		69.2	66.0	
Catastrophe	33.8	36.3		20.1	17.5	
Autre	16.1	17.6		2.8	3.2	
Arrêt de la conduite envisagé	**2.9**	**5.2**	***0.04***	5.7	7.2	*0.3*

Conducteur prudent						
D'accord	95.1	96.6		**87.4**	**92.0**	***0.01***
Plus ou moins d'accord	4.9	3.4		**9.2**	**6.9**	
Pas d'accord	n=0	n=0	*0.2*	**3.4**	**1.1**	
Bon conducteur						
D'accord	76.3	72.5	*0.2*	**65.4**	**46.7**	***≤ 0.001***
Plus ou moins d'accord	22.6	25.5		**27.6**	**41.1**	
Pas d'accord	1.1	2.0		**7.0**	**12.1**	
Capacités de conduite						
Par rapport à l'âge de 40 ans						
Meilleures	39.7	35.2	*0.06*	**30.3**	**19.3**	***≤ 0.001***
Aussi bonnes	59.0	61.6		**67.2**	**76.6**	
Moins bonnes	1.3	3.2		**2.6**	**4.1**	
Par rapport aux pairs						
Meilleures	21.6	18.9	*0.1*	7.9	6.5	*0.6*
Aussi bonnes	66.1	71.6		70.0	71.8	
Moins bonnes	12.4	9.5		22.2	21.8	
Fatigue[f]	**42.2**	**25.5**	***≤ 0.001***	**48.7**	46.2	*0.4*

[a] ≤ 20 ans chez les hommes et ≤ 24 ans chez les femmes ; [b] sur une longue période ; [c] TP : transports publics ; [d] lors de mauvaises conditions météorologiques ; [e] dans des lieux ou au cours de manœuvres de conduite ; [f] lors de la conduite par rapport à l'âge de 40 ans.

II- B- Situations de conduite évitées

Dans l'étude française, les quatre situations de conduite les plus souvent évitées par les hommes et par les femmes étaient identiques : la conduite de nuit, sur route glissante, par mauvais temps, et lors de fort trafic.[Tableau 11] Les mêmes situations de conduite étaient retrouvées en Suède avec néanmoins un ordre de fréquence différent : chez les hommes, ces situations étaient en premier conduire par mauvais temps, puis dans des villes inconnues, de nuit, et sur routes glissantes. Chez les femmes, l'ordre de citation était : conduire sur routes glissantes, par mauvais temps, de nuit, et dans des villes inconnues. Dans les deux populations d'étude, les femmes avaient un nombre moyen de situations évitées plus élevé que celui des hommes, avec 2,7 situations évitées en moyenne pour les femmes de l'étude française (sd=2,2), et 4,6 pour les femmes de l'étude suédoise (sd=3,6), contre 1,5 pour les hommes français (sd=1,8) et 2,7 pour les hommes suédois (sd=3,1).

Tableau 11 : Évitements de situations de conduite chez les hommes et les femmes des études françaises et suédoises de SAFEMOVE;%.

	Étude française			Étude suédoise		
	Hommes N=759	Femmes N=445	p-value	Hommes N=861	Femmes N=501	p-value
Conduire sur autoroutes	***3.4***	***12.0***	***<0.001***	***4.1***	***8.8***	***<0.001***
Conduire face à la lumière	***4.1***	***8.6***	***0.001***	***27.6***	***46.1***	***<0.001***
Conduire de nuit	***37.4***	***56.0***	***<0.001***	***35.9***	***64.2***	***<0.001***
Conduire par mauvais temps	***21.7***	***41.1***	***<0.001***	***48.1***	***72.7***	***<0.001***
Conduire seul(e)	0.9	0.2	0.3	2.1	3.2	0.2
Entrer et sortir d'un rond-point	1.2	0.2	0.1	***4.6***	***10.9***	***<0.001***
Conduire dans des villes connues	1.3	1.8	0.5	***4.5***	***9.3***	***0.001***
Conduire dans des villes inconnues	***12.3***	***23.7***	***<0.001***	***40.7***	***62.7***	***<0.001***
Conduire sur route glissante	***27.6***	***56.0***	***<0.001***	***35.3***	***75.2***	***<0.001***
Conduire accompagné	***0.4***	***2.1***	***0.01***	***2.2***	***4.4***	***0.03***
Conduire sur des routes non familières	***3.0***	***13.2***	***<0.001***	***15.4***	***25.8***	***<0.001***
Conduire lors de fort trafic	***17.9***	***24.9***	***0.004***	***28.5***	***44.2***	***<0.001***
Entrer sur autoroutes	***2.5***	***10.3***	***<0.001***	***3.4***	***10.7***	***<0.001***
Traverser des intersections	2.0	3.3	0.2	***7.5***	***14.8***	***<0.001***
Changement de voie	2.0	2.3	0.7	***6.2***	***12.3***	***<0.001***
Se garer	***7.9***	***15.4***	***<0.001***	***13.5***	***33.0***	***<0.001***
Dépassement sur voie à double sens	6.1	9.1	0.06	***19.7***	***29.4***	***<0.001***
Tourner à gauche	0.1	0.9	0.07	**6.7**	**9.8**	**0.05**
Tourner à droite	0	0.2	0.4	4.6	5.8	0.4
Nombre moyen de situations de conduite évitées, m (sd)	***1,5 (1,8)***	***2,7 (2,2)***	***<0.001***	***2,7 (3,1)***	***4,6 (3,6)***	***<0.001***

Facteurs associés au nombre de situations de conduite évitées, analyse multivariée

Spécificités culturelles

Pour explorer les spécificités culturelles, nous présentons les différences hommes/femmes observées en France seulement, puis en Suède seulement, puis des facteurs communs aux hommes et aux femmes mais retrouvés dans un seul des deux pays.[Tableau 12]

Différences entre les hommes et les femmes retrouvées en France seulement

Les femmes françaises avec une mauvaise vision, un âge tardif au moment du permis de conduire, celles qui avaient envisagé l'arrêt de la conduite et celles qui avaient de faibles

performances au test des Codes évitaient davantage de situations de conduite que les autres femmes françaises. De leur côté, les hommes qui avaient eu plus d'un accident de voiture durant les deux dernières années évitaient davantage de situations de conduite que les autres hommes français.

Différences entre les hommes et les femmes retrouvées en Suède seulement

Les femmes suédoises se considérant mauvaises conductrices évitaient plus de situations de conduite que les autres femmes se jugeant bonnes conductrices. Les hommes suédois vivant seuls, ayant arrêté de conduire durant une longue période, et estimant ces capacités de conduite moins bonnes que les conducteurs du même âge évitaient davantage de situations de conduite que les autres hommes suédois

Facteurs jouant sur le nombre de situations évitées retrouvés à la fois chez les hommes et chez les femmes, mais en France seulement

Les participants français prenant du plaisir en conduisant et qui estimaient leurs capacités de conduite comme bonnes évitaient moins de situations de conduite que les autres participants français.

Notons également, qu'avoir peur en conduisant jouait sur le nombre de situations de conduite évitées chez les hommes français et pas chez les femmes françaises mais jouait chez les femmes suédoises et pas chez les hommes suédois.

Sans spécificités culturelles

Différences entre les hommes et les femmes communes aux deux pays

Les hommes appartenant à une catégorie socioprofessionnelle moins prestigieuse, c'est-à-dire avec un revenu bas ou un niveau d'éducation bas, ou ceux ayant un accès à un transport public proche de leur domicile évitaient plus de situations de conduite que les autres hommes. Ces facteurs ne semblaient pas jouer sur le nombre de situations évitées chez les femmes.

Facteurs jouant chez les hommes et chez les femmes communs aux deux pays

Les participants plus âgés, estimant leurs capacités de conduite moins bonnes qu'à l'âge de 40 ans, ou se sentant fatigués durant la conduite évitaient plus de situations de conduite que les autres participants.

Tableau 12 : Facteurs significativement associés au nombre de situations de conduite évitées chez les conducteurs et conductrices des deux populations de l'étude SAFEMOVE ; modèles multivariés

	Étude française		Étude suédoise	
	Hommes N=759	Femmes N=445	Hommes N=861	Femmes N=501
Âge (ans)				
75-79 vs < 75	0,07	0,10	0,21 *	0,06
≥ 80 vs < 75	0,36 ***	0,35 ***	0,57 ***	0,21 **
Niveau d'éducation				
Secondaire vs Sans / primaire	--	--	-0,27 *	--
Universitaire vs Sans / primaire	--	--	-0,23 **	--
Revenu mensuel : ≤ 2 500€/25 000 SEK vs > 2 500€/25 000 SEK	0,16 *	--	--	--
Mode de vie : Seul(e) vs Accompagné(e)	--	--	0,18 *	--
Vision				
Moyenne vs mauvaise	--	-0,43 *	--	--
Bonne vs mauvaise	--	-0,37 *	--	--
Km/sem.				
< 10 vs 10-50	-0,26	--	0,02	--
50-100 vs 10-50	-0,09	--	0,06	--
100-300 vs 10-50	-0,33 ***	--	-0,10	--
> 300 vs 10-50	-0,78 ***	--	-0,25 *	--
Âge à l'obtention du permis de conduire : ≤ 20/24 ans vs > 20/24 ans[a]	--	-0,18 **	--	--
Arrêt de la conduite[b] vs pas d'arrêt	--	--	0,48 **	--
≥ 1 accident[c] vs pas d'accident	0,25 *	--	--	--
Accès TP[d] vs pas d'accès	-0,39 ***	--	-0,28 **	--
Peur en conduisant				
Souvent vs jamais	0,19	--	--	0,21 *
Parfois vs jamais	0,70 **	--	--	0,71 ***
Plaisir en conduisant vs pas de plaisir	- 0,33 ***	- 0,37 ***	--	--
Arrêt de la conduite envisagé vs non envisagé	--	0,27 *	--	--
Bon conducteur				
Plus ou moins d'accord vs pas d'accord	--	--	--	-0,02
D'accord vs pas d'accord	--	--	--	-0,27 **
Capacités de conduire				
Par rapport à l'âge de 40 ans				
Identiques vs meilleures	0,10	0,08	0,05	0,23
Moins bonnes vs meilleures	0,54 ***	0,34 **	0,47 **	0,50 **
Par rapport aux pairs				
Identiques vs meilleures	0,32 ***	0,29 ***	0,12	--

Moins bonnes vs meilleures	0,79 ***	0,52 **	0,43 *	--
Fatigue[e] vs pas de fatigue	0,31 ***	0,28 ***	0,51 ***	0,25 ***
Nombre bon Codes : faibles vs non faibles[f]	--	0,25 *	--	--

*: p-value≤0.05 ; **: p-value≤0.01 ; ***: p-value≤0.001

[a] ≤ 20 ans chez les hommes et ≤ 24 ans chez les femmes ; [b] sur une longue période ; [c] dans les 2 ans ; [d] TP : transports publics ; [e] lors de la conduite par rapport à l'âge de 40 ans ; [f] Test des Codes : 10% des individus avec les plus faibles performances, selon l'âge et le niveau d'études.

III- Synthèse

Ce travail montre que non seulement il existe des différences entre les hommes et les femmes dans les habitudes de conduite comme dans la régulation de la conduite exprimée ici par des situations de conduite évitées, mais il montre que des différences hommes/femmes subsistent en Suède malgré une politique d'égalité des sexes.

Ainsi en France, comme en Suède, les conductrices sont moins nombreuses que les conducteurs, elles sont plus jeunes, vivent plus fréquemment seules, ont une mobilité en voiture moins importante et une expérience de conduite plus courte. Les femmes déclarent plus de difficultés et de peur lors de la conduite que les hommes. Les femmes évitent davantage de situations de conduite que les hommes. En France comme en Suède, peu de facteurs associés au nombre de situations de conduite sont communs aux hommes et aux femmes.

On note une seule spécificité parmi celles étudiées : en Suède, les hommes ont davantage confiance dans leur conduite que les femmes, phénomène non retrouvé dans notre population d'étude en France.

Discussion générale

La discussion générale sera organisée en quatre parties : une première partie dans laquelle nous argumenterons sur l'effet propre du sexe dans le processus de régulation de la conduite. Les seconde et troisième parties seront dédiées à la discussion de l'effet des pathologies du SNC, puis du niveau cognitif sur la régulation de la conduite des hommes et des femmes. Enfin dans une dernière partie, nous discuterons des autres facteurs pouvant modifier cette régulation chez les hommes et chez les femmes.

I- Effet propre du sexe

Au sein de nos différentes populations d'étude, nous montrons une différence entre les hommes et les femmes tout au long du processus de régulation de la conduite. À âges, niveaux de santé et niveaux cognitifs égaux, les femmes restreignent 1,4 fois plus leur conduite automobile que les hommes. Ce sur-risque de restriction de la conduite correspondant à une diminution des km parcourus ou d'un arrêt est toutefois assez faible. On peut l'expliquer par un effet de troncature à gauche. Beaucoup de femmes ont arrêté de conduire avant la période de l'étude sur la restriction : 30,1% des femmes qui conduisaient à l'âge de 60 ans avaient cessé de conduire avant le suivi 4 ans, contre seulement 14,3% des hommes. Nous montrons, par ailleurs, que les femmes âgées évitent plus de situations de conduite que les hommes âgés, même en prenant en compte des caractéristiques sociodémographiques, de santé et d'expérience de conduite. De plus, cet effet du sexe n'est pas spécifique à la France puisque le même effet est retrouvé en Suède. Concernant l'arrêt de la conduite, qui constitue la fin du processus de régulation, les femmes ont également une probabilité d'arrêt plus élevée que les hommes, et cela est particulièrement vrai dans la phase pré-démentielle. En revanche, après le diagnostic de démence, l'effet du sexe disparaît avec des probabilités d'arrêt très proches chez les hommes et chez les femmes. Finalement, à âges, niveaux de santé, et niveaux cognitifs égaux, elles s'arrêtent deux fois plus de conduire que les hommes (RR : 2,2 [1,9-2,5]).

Dans la littérature, l'association entre le sexe et la régulation de la conduite automobile n'est pas constante. Certaines études ont effectivement mis en évidence, à âge égal, un nombre de kilomètres parcourus plus faible chez les femmes et une diminution de celui-ci plus fréquente,[91, 104, 111-114, 133] davantage d'évitements de situations de conduite,[87, 104, 112, 113, 115, 124, 129, 131-133, 135-137, 139, 140] et un arrêt plus fréquent que les hommes.[96-106, 109, 110] Mais d'autres

études n'ont pas retrouvé cette prédominance féminine dans l'évitement de situations de conduite et dans l'arrêt de la conduite.[88-95, 107, 108, 149]

Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour mieux comprendre cette controverse dans la littérature.

I- A- Le design de l'étude

Le design de l'étude pourrait expliquer en partie l'absence de convergence des études de la littérature. En effet, à l'exception de deux études,[107, 108] les études transversales convergent toutes vers un effet du sexe dans la régulation de la conduite : les femmes régulent plus leurs habitudes de conduite que les hommes.[42, 91, 95, 100-106, 111, 113-115, 124, 129, 131-137, 139] Les études prospectives ont, quant à elles, des résultats beaucoup plus controversés. Certaines d'entre elles ont mis en évidence une plus forte régulation de la conduite chez les femmes,[96-99, 109, 110, 112, 140] mais d'autres études prospectives ne l'ont pas retrouvée.[88-95] Dans notre travail, que les études soient transversales ou prospectives, les femmes régulaient davantage leur conduite automobile que les hommes. Nos résultats ne permettent donc pas d'expliquer l'effet du sexe par un design d'études différent.

I- B- L'âge

La régulation de la conduite dans le vieillissement est un processus qui commence à un certain âge et qui évolue de façon croissante avec l'âge. Avec un nombre d'événements à étudier insuffisant, une population jeune ne permettra pas de mettre en évidence des différences significatives entre hommes et femmes. C'est peut-être le cas de l'étude de Dellinger et al. qui ne retrouve pas de différence significative entre les taux d'arrêt des hommes et celui des femmes [107]. Les participants étaient âgés de 69 ans en moyenne et le taux d'arrêt sur 5 ans était particulièrement faible (7,7%). A l'inverse, à un âge très avancé, la plupart des conducteurs âgés, hommes ou femmes, ont beaucoup diminué l'activité de conduite, ou cessé de conduire. Il devient alors difficile, voire impossible, de mettre en évidence une différence entre les hommes et les femmes. Or certaines études de la littérature s'appuient sur des populations très âgées. L'étude de Brayne et al., ne met pas en évidence d'effet du sexe, dans une population composée de 139 conducteurs âgés de 84 ans et plus.[95] Il observe un taux d'arrêt très élevé de 78 % sur 9 ans. La question des facteurs qui peuvent modifier les habitudes de conduite des hommes et des femmes dans le vieillissement est donc pertinente dans des populations de conducteurs ni trop jeunes, ni trop âgés. Nos populations

d'étude répondaient à ce critère avec des moyennes d'âges proches entre hommes et femmes, de l'ordre de 73,1 ans (sd=4,9) pour l'arrêt de la conduite et de 76,5 (sd=4,9) pour les autres types de régulation. L'effet du sexe serait donc présent dans ces populations de conducteurs ni trop jeunes, ni trop âgés. Dans ce cas, il viendrait moduler l'effet très important de l'âge dans la régulation de la conduite.

I- C- L'état de santé

Dans deux études, celle d'Ackerman et al. et celle d'Edwards et al., l'absence d'association entre le sexe et l'arrêt de la conduite à 3 ans et à 5 ans pourrait s'expliquer par un biais de recrutement, avec une population en très bonne santé lors de l'inclusion.[90, 94] Leurs études s'appuyaient sur l'essai clinique Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly (ACTIVE), avec des participants présentant un score de fonctionnent cognitif global supérieur à 23 sur 30 (Mini Mental State Examination), une acuité visuelle supérieure à 20 sur 50, aucune dépendance pour se laver, s'habiller, ou aller aux toilettes, une absence de diagnostic d'Alzheimer ou d'antécédents d'AVC au cours de l'année précédente, aucun cancer, aucun antécédent de traitement par radiothérapie ou chimiothérapie, ou aucun problème d'élocution. Cette population était âgée de 73 ans en moyenne et comprenait environ 75% de femmes. Au sein de cette population très sélectionnée, la différence entre les hommes et les femmes serait plus faible, et comparable à celle observée dans les populations plus jeunes. Les critères d'inclusion dans chacune des populations d'étude de notre travail n'incluaient aucun critère de santé. L'effet du sexe serait donc présent dans ces populations de conducteurs.

La sévérité des pathologies pourrait également en partie expliquer l'absence d'association entre le sexe et une régulation de la conduite. L'effet du sexe, présent au début de la pathologie, tendrait à disparaître avec l'avancée de la maladie. Cela semble être le cas pour la démence. Tout comme nous, deux études retrouvent un effet du sexe sur l'arrêt de la conduite au moment du diagnostic de démence. Seiler et al. trouvent un sex-ratio de conducteurs actifs de l'ordre de 1,4 dans une population de déments débutants.[151]. Herrmann et al. trouvent aussi un sex-ratio de conducteurs actifs de l'ordre de 2 dans une population de déments débutants plus proches de nos déments (moyenne d'âge de 77 ans).[150] Après le diagnostic de démence, nous ne montrons plus de différences significatives entre les hommes et les femmes, avec une probabilité d'arrêt de la conduite 3 ans après le diagnostic de 43%. Dans l'étude de Herrmann

et al., les auteurs ont estimé une probabilité d'arrêt 3 ans après le diagnostic de 72%, également sans différence entre les hommes et les femmes.[150] Dans une étude rétrospective, Gilley et al. trouvaient aussi que 3 ans après les premiers signes de la maladie, la probabilité d'arrêt de l'ordre de 60 % ne différait plus significativement entre les hommes et les femmes.[149]

I- D- L'expérience au volant et un effet génération

Certains auteurs ont émis l'hypothèse que la différence de taux d'arrêt entre les hommes et les femmes ne serait due qu'à une différence d'expérience au volant,[93, 178] et expliquerait alors l'absence de convergence des résultats entre les études prospectives. Dans la littérature, aucune des études montrant une différence de régulation entre hommes et femmes ne prend en compte l'expérience de conduite. Dans notre travail, les femmes ont effectivement une expérience de conduite plus courte, mais nous montrons que, même en ajustant sur cette expérience de conduite, l'effet sexe reste un facteur majeur d'évitements de situations de conduite ($p<0,001$). Ce facteur n'expliquerait donc pas, ou du moins pas totalement, la divergence de résultats sur l'effet du sexe. Les auteurs cités auparavant ont également supposé un effet de cohorte récente dite « moderne », où les différences entre les hommes et les femmes s'atténueraient.[93] Le changement des habitudes de vie des femmes, qui se rapprochent de celles des hommes dans les cohortes plus récentes et plus jeunes, pourraient donc en partie expliquer l'absence de convergence des résultats. Toutefois, les fenêtres de recrutement des études ne trouvant pas d'association et celle des études trouvant une association comprennent des périodes récentes comme anciennes (elles s'étendent respectivement de 1982 à 2007, et de 1989 à 1994). Dans les analyses menées dans notre travail, l'effet sexe reste significatif alors que l'on peut qualifier nos cohortes de modernes puisque leur recrutement s'est déroulé en 1999-2000 pour la cohorte des 3C, en 2008 pour l'étude MG-CogCAPA et en 2011-2012 pour l'étude SAFEMOVE, avec des participants d'âges proches de ceux des participants des autres études. Il est probable que les différences s'amenuisent effectivement, mais il reste un effet du sexe significatif dans notre travail basé sur des populations que l'on peut qualifier de moderne.

I- E- Un effet culturel

Un effet culturel pourrait expliquer une différence d'association entre le sexe et la régulation de la conduite. Toutefois la littérature conforte peu cette hypothèse. Une absence d'association

a été retrouvée dans des études menées aux États-Unis.[88-95, 107, 108] Mais l'association a été montrée au sein de diverses populations : américaines[42, 91, 97, 98, 100, 101, 103, 104, 109-114, 133, 135-137, 140] anglaises,[95, 129] danoise,[131] canadiennes,[106, 115] françaises,[105, 124] et australiennes.[96, 99, 102, 132, 134, 139] Dans notre travail, nous retrouvons une plus forte régulation chez les femmes, que ce soit en France ou en Suède.

I- F- Manque de puissance

Enfin, une autre explication à l'absence d'association entre le sexe et la régulation de la conduite est parfois un nombre trop faible de participants pour mettre en évidence une différence significative. Par exemple, Carr et al. n'ont pas retrouvé un taux d'arrêt significativement différent entre hommes et femmes mais une nette tendance était observée (respectivement 6% et 19%). Avec 183 participants, la puissance d'étude n'était que de 74% pour mettre en évidence un sur risque chez les femmes au seuil α=5% avec un écart théorique de 13 points. Pour montrer le même écart, la puissance de notre étude qui s'est intéressée à l'arrêt de la conduite était supérieure à 95% au seuil α=5%.

I- G- Conclusion

L'examen des différentes explications possibles sur les divergences de résultats de la littérature conforte nos propres résultats et ceux des études montrant un effet du sexe sur la régulation de la conduite. Des considérations sociales pourraient conforter ces différences de sexe dans le processus de régulation de la conduite. En effet, Choi and al. ont suggéré que le « rôle des sexes » attribue des tâches sociales distinctes entre les hommes et les femmes, tâches qui pourraient influencer leur mobilité et leur mode de transport tout le long de leur vie.[42] L'image culturelle de la voiture, synonyme de vitesse, jeunesse et masculinité aurait induit une utilisation très masculine de la voiture.[41] Les femmes auraient alors, par indisponibilité de la voiture, orienté leurs activités quotidiennes autour du foyer, et auraient utilisé d'autres moyens de transport pour leurs déplacements, tout du moins dans les agglomérations.[42] C'est pourquoi, les femmes âgées seraient moins réticentes à réguler la conduite automobile que les hommes âgés, qui eux seraient plus enclin à conduire aussi longtemps que leur santé leur permet.[179] Dans notre travail, nous montrons par ailleurs que les femmes ont davantage de difficultés et ressentent davantage de peur en conduisant. D'autres études ont montré que les femmes sont plus anxieuses au volant que les hommes,[129] ou que les femmes ressentent moins de confort à conduire que les hommes.[85, 180] Enfin, d'autres auteurs

ont émis l'hypothèse que les femmes seraient plus aptes à reconnaitre et à admettre un déclin dans leurs performances de conduite, et à changer leurs habitudes de conduite.[131, 133]

En plus de ces considérations et de nos résultats, nous montrons par ailleurs que les facteurs qui vont modifier les distances parcourues et l'arrêt de la conduite sont différents chez les hommes et chez les femmes.

II- Effet des pathologies du SNC sur la régulation de la conduite : différences entre les hommes et les femmes

II- A- Effet de la pré-démence

Les hommes et les femmes en stade de pré-démence régulent davantage leur activité de conduite que les conducteurs sans pathologie du SNC. Même dans cette phase pré-démentielle, les femmes s'arrêtent plus de conduire que les hommes. Ce résultat soulignerait un arrêt de la conduite des femmes à un plus jeune âge, avant même l'apparition de la démence. À notre connaissance, aucune étude de la littérature n'a abordé le lien entre la phase pré-démentielle, le sexe et la régulation de la conduite.

II- B- Effet de la démence

Chez les hommes comme chez les femmes, les conducteurs présentant une démence, arrêtent et restreignent plus leur conduite automobile que ceux qui n'ont pas de pathologie du SNC. De précédentes études ont également montré qu'en présence d'une démence, les conducteurs régulaient davantage leur conduite.[105, 141, 146-153]

Il semble que les deux processus temporels, celui de la démence et celui de la régulation de la conduite, se conjuguent différemment chez les hommes et les femmes.

Du fait que plus de femmes s'arrêtent de conduire à un stade pré-démentiel, la démence ne joue pas sur la restriction de leur activité de conduite, en distance parcourue ou en évitements de situations de conduite. Elle impacte directement l'arrêt de la conduite. En revanche, chez les hommes qui s'arrêtent moins en phase pré-démentielle, la démence impacte tout le processus de régulation de la conduite, de la restriction à l'arrêt.

Dans la littérature, certains résultats vont corroborer les nôtres et d'autres pas, mais les biais de sélection dans ces travaux expliquent la plupart des divergences. Seiler et al. ont également montré, chez des personnes atteintes de démence, que les femmes s'arrêtaient davantage de conduire que les hommes.[151] Herrmann et al. n'ont pas trouvé cette association, supposant que cette absence d'association était due à l'arrêt de la conduite chez les femmes avant l'inclusion dans leur étude.[150]

Quant à l'association négative que l'on retrouve entre la maladie d'Alzheimer et le nombre de situations évitées chez les hommes, plusieurs facteurs pourraient l'expliquer. Tout d'abord, il existe dans la maladie d'Alzheimer une anosognosie dans laquelle ils n'ont pas conscience de leurs déficits cognitifs. Cotrell et al. ont montré que les patients atteints de la maladie d'Alzheimer qui ne prennent pas conscience de la présence d'un déficit d'attention éviteraient moins des situations de conduite que ceux qui en prennent conscience.[141] Pour la même raison, ils ont peut-être mal renseigné les situations de conduite évitées. Enfin, il est peut-être plus difficile pour eux au plan cognitif de mettre en place une stratégie d'évitement de situations de conduite.

II- C- Effet de la maladie de Parkinson

Chez les hommes comme chez les femmes, les conducteurs atteints d'une maladie de Parkinson restreignent et arrêtent davantage leur conduite par rapport à ceux qui ne développent pas de pathologie du SNC. De précédentes études ont également montré qu'en présence de la maladie de Parkinson,[77, 91, 100, 105] les conducteurs régulaient davantage leur conduite.

Comme pour la démence, nous montrons que la maladie de Parkinson joue un rôle plus important sur la régulation de la conduite des hommes que sur celle des femmes, en particulier sur l'évitement de situations de conduite. La faible prévalence de cette maladie chez les conductrices tend à montrer qu'elles ont arrêté de conduire avant la maladie. Ainsi, les différences observées dans la démence entre les hommes et les femmes seraient aussi observées dans la maladie de Parkinson. Il est étonnant qu'une étude trouve une association entre la maladie de Parkinson et l'arrêt de la conduite chez les femmes mais pas chez les hommes.[100]

II- D- Effet des autres pathologies du SNC

L'AVC est un facteur d'arrêt de la conduite important chez les hommes comme chez les femmes. Les hommes et les femmes présentant des antécédents d'AVC arrêtent trois fois plus de conduire que ceux qui ne développent pas de pathologie du SNC. De précédentes études ont également montré que les personnes ayant des antécédents d'AVC arrêtaient davantage de conduire que les autres conducteurs.[100, 101, 105] Il est étonnant qu'une autre étude ne retrouve pas d'association entre un antécédent d'AVC et l'arrêt de la conduite chez les femmes.[100]

III- Effet du niveau cognitif sur la régulation de la conduite : différences entre les hommes et les femmes

Tout comme précédemment, l'effet de la cognition diffère au cours du processus de régulation entre les hommes et les femmes.. En phase de restriction de la conduite ou l'évitement de situations de conduite, le niveau cognitif joue un rôle à la fois chez les femmes et chez les hommes. Toutefois, les domaines de la cognition qui vont être associés à cette régulation de la conduite seront différents entre les hommes et les femmes : une faible vitesse de traitement de l'information et un sévère déclin dans les performances cognitives globales chez les femmes et une faible performance de mémoire de travail visuelle à court terme, de faibles performances d'attention visuo-spatiale, de coordination visuo-motrice et d'attention soutenue chez les hommes. Il est intéressant de montrer que les facteurs cognitifs sont différents chez les hommes et chez les femmes dès la mise en place d'une restriction. À notre connaissance, aucune précédente étude ne s'est intéressée aux différences entre les hommes et les femmes sur les facteurs cognitifs associés à la régulation de la conduite autre que l'arrêt.

Lorsqu'il s'agit de l'arrêt de la conduite, et après prise en compte des pathologies du SNC, le niveau cognitif joue seulement sur l'arrêt de la conduite des hommes et non sur celui des femmes. Les hommes qui ont une faible vitesse de traitement de l'information telle qu'elle est mesurée dans le TMT-B s'arrêtent davantage de conduire que les autres hommes. L'absence d'association entre ce facteur et l'arrêt chez les femmes pourrait encore s'expliquer par un arrêt plus précoce des femmes, et qui se produirait avant une dégradation de leur niveau cognitif. En effet, les conductrices ont de meilleures performances moyennes de vitesse de traitement de l'information que les conducteurs avant l'arrêt. Ainsi, leur niveau cognitif pourrait être suffisant pour assurer une bonne aptitude à la conduite et ne serait pas alors un critère d'arrêt pour les femmes. Se basant sur des données d'un essai randomisé impliquant un

entrainement cognitif d'une population Nord-Américaine particulière, Choi et al. ont montré qu'une basse vitesse de traitement de l'information était associée à l'arrêt de la conduite chez les femmes et ne l'étaient pas chez les hommes.[109] Ces résultats sont difficilement comparables aux nôtres car cette étude se basait sur une population en très bonne santé (exclusion des individus qui portaient différents déficits de santé), le test utilisé était différent du nôtre (UFOV vs temps par bon déplacement au TMT-B) et la stratégie d'analyse était différente : Choi et al ont pris cette mesure en continue alors que nous nous sommes intéressés aux participants avec un bas niveau. Mais cette étude pourrait être le reflet de ce qui se passe avant nos observations, c'est-à-dire que les femmes s'arrêteraient plus tôt que les hommes, et avec un niveau cognitif moins dégradé.

Au cours de la thèse, nous n'avons pas pu déterminer si l'association trouvée entre de faibles performances cognitives et la régulation de la conduite était due à une prise de conscience des conducteurs de leurs propres déficits cognitifs, ou plutôt à un impact de ces déficits sur les activités instrumentales de la vie courante, incluant la conduite automobile. Les répercussions des déficits cognitifs sur la vie quotidienne pourraient s'exprimer par une restriction aux quatre activités instrumentales de la vie courante. Dans notre travail, celle-ci a été retrouvée associée à une restriction de la conduite chez les hommes uniquement et à l'arrêt de la conduite à la fois chez les hommes et chez les femmes. Dans la littérature, une restriction aux IADL a également été trouvée associée à l'arrêt de la conduite.[92, 95] De plus, nous montrons qu'une impression de ralenti pour réaliser les activités quotidiennes était positivement associée à l'évitement de situations de conduite chez les hommes. Ainsi, lorsque les personnes prendraient conscience d'un déficit cognitif par le biais d'un impact sur leurs activités quotidiennes elles réguleraient davantage leur conduite automobile, en particulier chez les hommes.

Par ailleurs, nous avons trouvé une association, chez les hommes seulement, entre la plainte de difficultés d'orientation et l'arrêt de la conduite.

Ainsi on peut penser que chez les femmes, les troubles cognitifs, en particulier des troubles de vitesse de traitement de l'information vont mener à des modifications des habitudes de conduite, et l'arrêt de la conduite se produirait avant que ces troubles impactent sur leurs capacités de conduite ou sur leurs activités de la vie quotidienne. Tandis que les hommes âgés

s'arrêteraient de conduire au moment où un déficit cognitif impacterait leur capacité de conduite ou leurs activités de la vie quotidienne.

IV- Effet d'autres facteurs sur la régulation de la conduite : différences entre les hommes et les femmes

IV- A- Effet du revenu et du niveau d'étude

Nous montrons qu'un bas revenu est associé à la régulation de la conduite chez les hommes et chez les femmes. D'autres études américaines mettent en évidence, chez des conducteurs âgés à bas revenus, une plus faible mobilité en voiture,[91] ou un taux d'arrêt plus élevé.[91, 98, 144] Un faible revenu pourrait limiter la mobilité en voiture en raison de ses coûts d'usage et d'entretien.

Par ailleurs, nous montrons que les hommes qui ont un bas niveau d'éducation évitent plus de situations de conduite que ceux qui ont un plus haut niveau d'études. Deux études américaines ont montré qu'un bas niveau d'éducation était associé à l'arrêt de la conduite chez les femmes[101, 109] et l'une d'elles a en plus montré qu'un haut niveau d'éducation était associé à l'arrêt chez les hommes.[109] Des recherches spécifiques pourraient être menées afin de mieux comprendre le lien entre le niveau d'éducation et la régulation de la conduite.

IV- B- Effet du mode de vie

Nous montrons que les hommes seuls évitent davantage de situations de conduite que les autres hommes. Toutefois, contrairement à la littérature, nous ne montrons pas d'association entre le fait de vivre seul et l'arrêt de la conduite.[95, 96, 98, 102, 106, 142] Cette différence avec la littérature pourrait s'expliquer par une interaction forte entre le mode de vie et le sexe. En effet, nous avons vu auparavant que les femmes âgées s'arrêtent davantage de conduire que les hommes, or celles-ci vivent plus souvent seules que les hommes âgés. Ainsi, sans prendre en compte cette interaction, un biais de confusion est présent entre le mode de vie et le sexe.

IV- C- Effet d'autres facteurs de santé

Les hommes qui ont un déficit visuel ne semblent pas réguler davantage leur conduite, en termes de diminution des kilomètres parcourus et d'évitement de situations de conduite. En revanche, les femmes qui ont un déficit visuel, évitent davantage de situations de conduite que celles qui n'en ont pas. Nous montrons également que les hommes comme les femmes qui ont

un déficit visuel s'arrêtent davantage de conduire que les autres. D'autres études ont reporté un arrêt plus fréquent an cas de perte de l'acuité visuelle,[97-99, 103, 113] de vision de loin,[104, 105, 112, 117, 132, 137] de grande sensibilité aux contrastes,[97, 113] ou de perte du champs visuel.[97, 112, 113] La présence d'un déficit visuel jouerait uniquement sur l'arrêt de la conduite des hommes mais jouerait sur tout le processus de régulation chez les femmes.

Nous montrons que les personnes présentant des limitations physiques arrêtent davantage de conduire. Ce résultat a été retrouvé dans d'autres études.[89-92, 95, 99] Par ailleurs, nous montrons que ce facteur joue sur une diminution des kilomètres parcourus chez les femmes uniquement. Les hommes continueraient de conduire tant que leurs capacités physiques leur permettaient alors que les femmes qui présentent des limitations physiques commenceraient déjà à réduire leur activité de conduite.

Chez les hommes comme chez les femmes, les personnes se sentant en mauvaise santé arrêtent davantage de conduire. D'autres études prospectives ont mis en évidence l'impact de la santé subjective sur l'arrêt de la conduite.[89, 96-99] Cet impact va au-delà de la régulation de la conduite puisqu'une mauvaise santé ressentie est aussi associée à un risque plus élevé de décès.[181, 182] Ce résultat pourrait indiquer que les hommes comme les femmes perçoivent assez bien leur état de santé [183, 184] et adaptent leurs habitudes de conduite en conséquence. Par ailleurs, la peur de tomber, marqueur d'un ressenti de santé général, était associée à une restriction de la conduite chez les femmes. Ce ressenti semble indépendant du fait d'avoir chuté dans les deux précédentes années, ce dernier facteur n'étant pas associé à la restriction de la conduite. Plus que la chute même, la peur de tomber entrainerait, chez les femmes, une plus faible mobilité, à pied comme en voiture.

IV- D- Limites des études

On peut noter quelques limites aux études qui se sont intéressées au début du processus de régulation de la conduite. La première qui étudiait la réduction de kilomètres parcourue ou l'arrêt s'appuyait sur la cohorte des 3-C dans la ville Bordeaux. Elle avait pour principale limite une possible sous-estimation de la réduction des kilomètres parcourus. En effet, cinq grandes classes de kilomètres étaient proposées en réponses possibles. Certains conducteurs ont pu réduire leur nombre de kilomètres parcourus dans les 6 années tout en restant dans la même classe de kilomètres. Une seconde limite portait sur le recrutement des participants, essentiellement urbain. Il est possible que le taux de restriction et surtout d'arrêt de la conduite dans des zones rurales soit plus faible en raison d'un plus grand besoin de la voiture pour maintenir une autonomie.

Dans les deux études qui se sont intéressées aux évitements de situations de conduite, nous avons analysé les données de façon transversale, l'une par manque d'événement au cours d'un suivi trop court, et l'autre parce que le suivi n'avait pas encore commencé. Nous n'avons donc pas étudié, et cela aurait été très intéressant, une évolution de cette stratégie de régulation. De plus l'étude menée auprès des médecins généralistes (MG-Cog CAPA) a pu souffrir d'un biais de recrutement. Certaines personnes ont pu avoir peur des représailles sur leur permis de conduire automobile en participant à cette étude qui comprenait une évaluation de leur état de santé et de leur niveau cognitif. Enfin et cela vaut pour toutes nos études et plus généralement pour la plupart des études épidémiologiques, la participation repose sur du volontariat, et très souvent le niveau socio-économique des participants est plus élevé, et l'état de santé meilleur.

Pour l'étude qui s'intéresse à la fin du processus de régulation, c'est-à-dire l'arrêt de la conduite, la principale limite concerne des données non recueillies. Nous ne disposons pas, pour deux des trois villes de la cohorte 3C, de mesure des kilomètres parcourus. La prise en compte de ceux-ci aurait peut-être atténué l'effet du sexe sur l'arrêt de la conduite. Par ailleurs, l'absence de recueil d'information sur les accidents de la route ne nous permet pas non plus d'étudier conjointement les facteurs d'arrêt de la conduite et les facteurs de risque d'accident, comme l'avaient proposé Lafont et al.[105]

V- Conclusion et perspectives

Cette thèse a permis de confirmer un véritable processus de régulation de la conduite automobile chez la majorité des conducteurs âgés, processus qui peut prendre plusieurs formes. Au sein de différentes populations, nous montrons que ce processus de régulation diffère entre les hommes et les femmes. En effet, les femmes régulent plus, plus tôt, et pour des raisons difficiles à appréhender, alors que les hommes régulent davantage leur conduite en fonction de leur état de santé. Chez les hommes comme chez les femmes, la présence de pathologies du SNC ou de déficits cognitifs mène à une régulation de la conduite. Toutefois, les femmes s'arrêteraient de conduire avant que ces troubles impactent leurs capacités de conduite ou leurs activités de la vie quotidienne, à la différence des hommes. On peut noter une spécificité de la maladie d'Alzheimer parmi les démences, spécificité qui mérite d'être explorée sur un plus grand nombre de sujets. D'autres facteurs restent aussi à explorer, tels que la personnalité, les stéréotypes de genre, l'occurrence d'événements de vie, le rôle des accompagnants, ou encore la perception des déficits liés à l'âge. Le volet épidémiologique du projet SAFE MOVE devrait répondre à certaines de ces questions. Il a en effet pour objectif d'étudier le lien entre l'auto-estimation des capacités cognitives et la régulation de la conduite, avec comme hypothèse que les personnes qui surestiment leurs capacités cognitives, surestiment aussi leurs capacités de conduite, s'adaptent moins bien à leurs déficits, et de ce fait sont plus à risque d'accident. Inversement, ceux qui sous-estiment leurs capacités de conduite, arrêteraient précocement la conduite et seraient à risque d'isolement social et même de vieillissement pathologique.

Ce processus de régulation, s'il est adapté aux déficits présents, contribuerait à une diminution du risque d'accident. Il est toutefois difficile de le mettre en évidence, l'accident est un événement rare et il faudrait une très grande cohorte pour mettre en évidence une telle baisse. La partie Bordelaise de l'étude 3C avait toutes les informations nécessaires, mais elle était trop petite.

Lorsque ce processus n'est pas adapté aux déficits présents, deux situations peuvent être rencontrées :

- Dans un premier cas, on est en présence de conducteurs qui ne modifient pas suffisamment leurs habitudes de conduite, compte tenu de leurs déficits. On peut penser qu'ils présentent alors un sur-risque d'accident. Pour mettre en évidence un tel

sur-risque, une étude prospective des facteurs de risque d'accident au sein de la cohorte des 3-C de Bordeaux pourrait être menée. On peut penser que les déficits associés à l'arrêt de la conduite mais pas au risque d'accident sont suffisamment bien perçus par les individus ou leur entourage, pour ne pas augmenter le risque d'accident. Inversement, les déficits associés au risque d'accident seraient insuffisamment perçus pour être pris en compte.

- Dans le second cas, les conducteurs modifieraient de façon excessive leurs habitudes de conduite, ils auraient un risque d'une perte de mobilité prématurée. Il serait donc important de comprendre ce qui se passe pour ces personnes âgées. De précédentes études ont en effet montré que l'arrêt de la conduite avait des conséquences négatives, non seulement sur l'indépendance des personnes, mais également sur leur état de santé. L'arrêt de la conduite mènerait à une augmentation de symptômes dépressifs,[11-13] une diminution des interactions sociales,[12, 14] et une aggravation de l'état de santé.[16] Toutefois, ces travaux ne prennent pas en compte des cofacteurs de santé, en particulier le niveau cognitif et la démence, qui peuvent être également liés à ces événements. Des modèles statistiques complexes, prenant en compte le fait que certains risques sont compétitifs, sont nécessaires pour bien estimer les conséquences de l'arrêt de la conduite. Mieux comprendre les conditions dans lesquelles se passe cet arrêt peut-être déterminant pour accompagner les personnes et éviter les conséquences négatives.

Nous pouvons penser que les hommes appartiendraient plutôt au premier groupe de conducteurs, conduisant au-delà de leurs capacités de conduite tandis que les femmes appartiendraient au deuxième groupe de conducteurs, s'arrêtant de conduire prématurément. Les cohortes 3C et SAFE MOVE devraient répondre à ces interrogations.

Références bibliographiques

1. Brutel C. Projections de population à l'horizon 2050. INSEE PREMIERE 2001;762.
2. Meslé F. Progrès récents de l'espérance de vie en France : les hommes comblent une partie de leur retard. Institut national d'études démographiques, Population-F 2006;61(4):437-462.
3. EUROSTAT. Espérance de vie à la naissance, par sexe [online]. Available. Accessed http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=fr&pcode=tps00025.
4. Farquhar M. Elderly people's definitions of quality of life. Social Science & Medicine 1995;41:1439-1446.
5. Rosenbloom S. Rapport de la Présidente. Cent douzième table ronde de la CEMT, Transport et vieillissement de la population. Diffusion OCDE, Paris 2000:5-46.
6. Pochet P. Mobilité et accès à la voiture chez les personnes âgéesÉvolutions actuelles et enjeuxTravel practices and access to the car among the elderlyCurrent developments and issues. Recherche - Transports - Sécurité 2003;79-80:93-106.
7. Madre JL. Comment se déplacent les personnes âgées et/ou handicapées? recherche transport sécurité 1997;56:87-95.
8. Lyman S, Ferguson SA, Braver ER, et al. Older driver involvements in police reported crashes and fatal crashes: trends and projections. Inj Prev 2002;8:116-120.
9. Ellaway A, Macintyre S, Hiscock R, et al. In the driving seat: psychosocial benefits from private motor vehicle transport compared to public transport. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2003;6:217-231.
10. Macintyre S, Hiscock R, Kearns A, et al. Housing tenure and car access: further exploration of the nature of their relation with health in a UK setting. Journal of Epidemiology and Community Health 2001;52:657-664.
11. Fonda SJ, Wallace RB, Herzog AR. Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2001;56:S343-351.
12. Marottoli RA, de Leon CFM, Glass TA, et al. Consequences of driving cessation: decreased out-of-home activity levels. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2000;55:S334-340.
13. Ragland DR, Satariano WA, MacLeod KE. Driving cessation and increased depressive symptoms. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2005;60:399-403.

14. Mezuk B, Rebok GW. Social integration and social support among older adults following driving cessation. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2008;63:S298-303.
15. Freeman EE, Gange SJ, Munoz B, et al. Driving status and risk of entry into long-term care in older adults. Am J Public Health 2006;96:1254-1259.
16. Edwards JD, Lunsman M, Perkins M, et al. Driving cessation and health trajectories in older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2009;64:1290-1295.
17. Anstey KJ, Wood J, Lord S, et al. Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. Clin Psychol Rev 2005;25:45-65.
18. Anstey KJ, Horswill MS, Wood JM, et al. The role of cognitive and visual abilities as predictors in the Multifactorial Model of Driving Safety. Accident Analysis & Prevention 2012;45:766-774.
19. Higgins KE, Wood JM. Predicting components of closed road driving performance from vision tests. Optom Vis Sci 2005;82:647-656.
20. Owens DA, Wood JM, Owens JM. Effects of age and illumination on night driving: a road test. Hum Factors 2007;49:1115-1131.
21. Carr DB, Duchek JM, Meuser TM, et al. Older adult drivers with cognitive impairment. American Family Physician 2006;73:1029-1034.
22. Adrian J, Postal V, Moessinger M, et al. Personality traits and executive functions related to on-road driving performance among older drivers. Accident Analysis & Prevention 2011;43:1652-1659.
23. Turner C, McClure R. Age and gender differences in risk-taking behaviour as an explanation for high incidence of motor vehicle crashes as a driver in young males. Inj Control Saf Promot 2003;10:123-130.
24. Factor R, Mahalel D, Yair G. Inter-group differences in road-traffic crash involvement. Accid Anal Prev 2008;40:2000-2007.
25. Martin JL, Lafont S, Chiron M, et al. [Differences between males and females in traffic accident risk in France]. Rev Epidemiol Sante Publique 2004;52:357-367.
26. Zhang W, Gkritza K, Keren N, et al. Age and gender differences in conviction and crash occurrence subsequent to being directed to Iowa's driver improvement program. J Safety Res 2011;42:359-365.
27. Lardelli-Claret P, Luna-del-Castillo Jde D, Jimenez-Mejias E, et al. Comparison of two methods to assess the effect of age and sex on the risk of car crashes. Accid Anal Prev 2011;43:1555-1561.

28. Waylen A, McKenna F. Cradle attitudes - grave consequences. The development of gender differences in risky attitudes and behaviour in road use. Reading University: Foundation for Road Safety Research. 2002.
29. Byrnes JP, Miller DC, Schafer WD. Gender differences in risk taking: A meta-analysis. Psychological Bulletin 1999;125:367-383.
30. Coppens NM, Gentry LK. Video analysis of playground injury-risk situations. Research in Nursing & Health 1991;14:129-136.
31. Lam D, Ozorio B. The effect of prior outcomes on gender risk-taking differences. Journal of Risk Research 2013;16:791-802.
32. Ronay R, Hippel Wv. The Presence of an Attractive Woman Elevates Testosterone and Physical Risk Taking in Young Men. Social Psychological and Personality Science 2010;1:57-64.
33. Gerbner G, Lipsitt LP, Mitnick LL, et al. Self-regulatory Behavior and Risk Taking: Causes and Consequences: Ablex Publishing Corporation, 1991.
34. Coates JM, Herbert J. Endogenous steroids and financial risk taking on a London trading floor. Proceedings of the National Academy of Sciences 2008;105:6167-6172.
35. Granié M-A. Genre et rapport au risque dans l'espace routier : de la compréhension au levier pour l'action. Questions Vives - Recherches en éducation 2013:31.
36. Archer J. The importance of theory for evaluating evidence on sex differences. american Psychologist 2006;63:602-614.
37. Bereni L, Chauvin S, Jaunait A, et al. Introduction aux études sur le genre, 2012.
38. Williams JE, Best DL. Measuring sex stereotypes: A multination study, Thousand Oaks ed. CA, 1990.
39. Williams JE, Daws JT, Best DL, et al. Sex-trait stereotypes in France, Germany, and Norway. Journal of Cross Cultural Psychology 1979;10:133-156.
40. Désert M, Leyens JP. Social comparison across cultures: Gender stereotypes in high and low power distance cultures. Cambridge, England: Cambridge University Press, 2006.
41. Siren A, Hakamies-Blomqvist L. Sense and sensibility. A narrative study of older women's car driving. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2005;8:213-228.
42. Choi M, Adams KB, Kahana E. Self-regulatory driving behaviors: gender and transportation support effects. Journal of Women Aging 2013;25:104-118.

43. Rowe J, Kahn R. Human aging: usual and successful. Science 1987;237:143-149.
44. Bron AJ. Loss of vision in the ageing eye. Age and Ageing 1997;26:159-162.
45. Klein R. Age-related eye disease, visual impairment, and driving in the elderly. Hum Factors 1991;33:521-525.
46. INSEE. Enquête décennale 2002-2003, Qualité de vie des Franciliens de 60 ans ou plus : agir sur les limitations physiques [online]. Available. Accessed http://www.insee.fr/fr/insee_regions/idf/themes/dossiers/sante/docs/sante_chap4.pdf.
47. Jacqmin-Gadda H, Fabrigoule C, Commenges D, et al. A 5-Year Longitudinal Study of the Mini-Mental State Examination in Normal Aging. American Journal of Epidemiology 1997;145:498-506.
48. Glisky E. Changes in Cognitive Function in Human Aging. In: (FL) BR, ed. Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK3885/: Riddle DR, 2007.
49. Verhaeghen P, Cerella J. Aging, executive control, and attention: a review of meta-analyses. Neurosci Biobehav Rev 2002;26:849-857.
50. McDowd JM, Craik FI. Effects of aging and task difficulty on divided attention performance. J Exp Psychol Hum Percept Perform 1988;14:267-280.
51. Tsang PS, Shaner TL. Age, attention, expertise, and time-sharing performance. Psychol Aging 1998;13:323-347.
52. Schneider B, Pichora-Fuller M. Implications of perceptual deterioration for cognitive aging research: Mahwah New Jersey, 2000.
53. Park D, Hedden T. Working memory and aging. New York, 2001.
54. Mather M. A Review of Decision-Making Processes: Weighing the Risks and Benefits of Aging. In: Carstensen LL HC, editors, ed. National Research Council (US) Committee on Aging Frontiers in Social Psychology, Personality, and Adult Developmental Psychology. Washington (DC): http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK83778/, 2006.
55. Amieva H, Phillips L, Della Sala S. Behavioral dysexecutive symptoms in normal aging. Brain and Cognition 2003;53:129-132.
56. Lindenberger U, Mayr U, Kliegl R. Speed and intelligence in old age. Psychol Aging 1993;8:207-220.
57. Salthouse TA. Aging and measures of processing speed. Biological Psychology 2000;54:35-54.

58. Hasher L, Stoltzfus ER, Zacks RT, et al. Age and inhibition. J Exp Psychol Learn Mem Cogn 1991;17:163-169.
59. Salthouse TA. The processing-speed theory of adult age differences in cognition. Psychol Rev 1996;103:403-428.
60. Klaveer CCW. Age-specific prevalence and causes of blindness and visual impairment in an older population. The Rotterdam study. Archives of ophthalmology 1998;116:653-658.
61. Pascolini D, Mariotti SP. Global estimates of visual impairment: 2010. Br J Ophthalmol 2012;96:614-618.
62. Owsley C, Stalvey B, Wells J, et al. Older drivers and cataract: driving habits and crash risk. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1999;54:M203-211.
63. Owsley C, McGwin G, Jr., Ball K. Vision impairment, eye disease, and injurious motor vehicle crashes in the elderly. Ophthalmic Epidemiol 1998;5:101-113.
64. Haut Comité de Santé Publique. La santé en France 2002. La documentation Française 2002.
65. Delcourt C, Massin P, Rosilio M. Epidemiology of diabetic retinopathy: expected vs reported prevalence of cases in the French population. Diabetes Metab 2009;35:431-438.
66. Luengo-Fernandez R, Leal J, Gray AM. Cost of dementia in the pre-enlargement countries of the European Union. J Alzheimers Dis 2011;27:187-196.
67. Mura T, Dartigues JF, Berr C. How many dementia cases in France and Europe? Alternative projections and scenarios 2010-2050. Eur J Neurol 2010;17:252-259.
68. Ramaroson H, Helmer C, Barberger-Gateau P, et al. [Prevalence of dementia and Alzheimer's disease among subjects aged 75 years or over: updated results of the PAQUID cohort]. Rev Neurol 2003;159:405-411.
69. McKhann G, Drachman D, Folstein M, et al. Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: report of the NINCDS-ADRDA Work Group under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's Disease. Neurology 1984;34:939-944.
70. McKhann GM, Knopman DS, Chertkow H, et al. The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. Alzheimers Dement 2011;7:263-269.

71. Ferri CP, Prince M, Brayne C, et al. Global prevalence of dementia: a Delphi consensus study. Lancet 2005;366:2112-2117.
72. Ott BR, Heindel WC, Papandonatos GD, et al. A longitudinal study of drivers with Alzheimer disease. Neurology 2008;70:1171-1178.
73. Reger MA, Welsh RK, Watson GS, et al. The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: a meta-analysis. Neuropsychology 2004;18:85-93.
74. Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, et al. Visual dysfunction in Parkinson disease without dementia. Neurology 2005;65:1907-1913.
75. Perez F, Helmer C, Foubert-Samier A, et al. Risk of dementia in an elderly population of Parkinson's disease patients: a 15-year population-based study. Alzheimers Dement 2012;8:463-469.
76. Homann DDCN, Suppan K, Homann B, et al. Driving in Parkinson's disease—a health hazard? Journal of Neurology 2003;250:1439-1446.
77. Uc EY, Rizzo M, Johnson AM, et al. Real-life driving outcomes in Parkinson disease. Neurology 2011;76:1894-1902.
78. Lang AE, Lozano AM. Parkinson's disease. First of two parts. N Engl J Med 1998;339:1044-1053.
79. Blazer DG. Depression in late life: review and commentary. The Journals of Gerontology: Series A 2003;58:249-265.
80. Djernes JK. Prevalence and predictors of depression in populations of elderly: a review. Acta Psychiatrica Scandinavica 2006;113:372-387.
81. Williams AF, Shabanova VI. Responsibility of drivers, by age and gender, for motor-vehicle crash deaths. J Safety Res 2003;34:527-531.
82. Ryan GA, Legge M, Rosman D. Age related changes in drivers' crash risk and crash type. Accid Anal Prev 1998;30:379-387.
83. Koppel S, Bohensky M, Langford J, et al. Older drivers, crashes and injuries. Traffic Inj Prev 2011;12:459-467.
84. Ruechel S, Mann WC. Self-Regulation of Driving by Older Persons. Physical and Occupational Therapy in Geriatrics 2005;23:91-101.
85. Blanchard RA, Myers AM. Examination of driving comfort and self-regulatory practices in older adults using in-vehicle devices to assess natural driving patterns. Accident Analysis & Prevention 2010;42:1213-1219.

86. Raitanen T, Tormakangas T, Mollenkopf H, et al. Why do older drivers reduce driving? Findings from three European countries. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2003;6:81-95.
87. Kostyniuk LP, Molnar LJ. Self-regulatory driving practices among older adults: health, age and sex effects. Accid Anal Prev 2008;40:1576-1580.
88. Ross LA, Clay OJ, Edwards JD, et al. Do older drivers at-risk for crashes modify their driving over time? J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2009;64:163-170.
89. Sims RV, Ahmed A, Sawyer P, et al. Self-reported health and driving cessation in community-dwelling older drivers. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2007;62:789-793.
90. Ackerman ML, Edwards JD, Ross LA, et al. Examination of cognitive and instrumental functional performance as indicators for driving cessation risk across 3 years. Gerontologist 2008;48:802-810.
91. Marottoli RA, Ostfeld AM, Merrill SS, et al. Driving cessation and changes in mileage driven among elderly individuals. J Gerontol 1993;48:S255-260.
92. Choi M, Adams KB, Kahana E. The impact of transportation support on driving cessation among community-dwelling older adults. The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences 2012;67:392-400.
93. Edwards JD, Bart E, O'Connor ML, et al. Ten years down the road: predictors of driving cessation. Gerontologist 2010;50:393-399.
94. Edwards JD, Ross LA, Ackerman ML, et al. Longitudinal predictors of driving cessation among older adults from the ACTIVE clinical trial. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2008;63:6-12.
95. Brayne C, Dufouil C, Ahmed A, et al. Very old drivers: findings from a population cohort of people aged 84 and over. International Journal of Epidemiology 2000;29:704-707.
96. Anstey KJ, Windsor TD, Luszcz MA, et al. Predicting driving cessation over 5 years in older adults: psychological well-being and cognitive competence are stronger predictors than physical health. J Am Geriatr Soc 2006;54:121-126.
97. Freeman EE, Munoz B, Turano KA, et al. Measures of visual function and time to driving cessation in older adults. Optom Vis Sci 2005;82:765-773.
98. Sims RV, Mujib M, McGwin G, Jr., et al. Heart failure is a risk factor for incident driving cessation among community-dwelling older adults: findings from a prospective population study. J Card Fail 2011;17:1035-1040.

99. Unsworth CA, Wells Y, Browning C, et al. To continue, modify or relinquish driving: findings from a longitudinal study of healthy ageing. Gerontology 2007;53:423-431.
100. Campbell MK, Bush TL, Hale WE. Medical conditions associated with driving cessation in community-dwelling, ambulatory elders. Journal Gerontology 1993;48:S230-234.
101. Freund B, Szinovacz M. Effects of cognition on driving involvement among the oldest old: variations by gender and alternative transportation opportunities. Gerontologist 2002;42:621-633.
102. Ross LA, Anstey KJ, Kiely KM, et al. Older drivers in Australia: trends in driving status and cognitive and visual impairment. J Am Geriatr Soc 2009;57:1868-1873.
103. Segal-Gidan F, Varma R, Salazar X, et al. Factors influencing driving status in an older Latino population. J Aging Health 2010;22:332-347.
104. Ramulu PY, West SK, Munoz B, et al. Driving cessation and driving limitation in glaucoma: the Salisbury Eye Evaluation Project. Ophthalmology 2009;116:1846-1853.
105. Lafont S, Laumon B, Helmer C, et al. Driving cessation and self-reported car crashes in older drivers: the impact of cognitive impairment and dementia in a population-based study. J Geriatr Psychiatry Neurol 2008;21:171-182.
106. Chipman ML, Payne J, McDonough P. To drive or not to drive: the influence of social factors on the decisions of elderly drivers. Accident Analysis & Prevention 1998;30:299-304.
107. Dellinger AM, Sehgal M, Sleet DA, et al. Driving cessation: what older former drivers tell us. J Am Geriatr Soc 2001;49:431-435.
108. Carr DB, Flood K, Steger-May K, et al. Characteristics of frail older adult drivers. J Am Geriatr Soc 2006;54:1125-1129.
109. Choi M, Mezuk B, Lohman MC, et al. Gender and racial disparities in driving cessation among older adults. Journal Aging Health 2012;24:1364-1379.
110. Kulikov E. The social and policy predictors of driving mobility among older adults. J Aging Soc Policy 2011;23:1-18.
111. Rosenbloom S. Is the Driving Experience of Older Women Changing? Safety and Mobility Consequences over Time. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2006;1956:127-132.

112. Freeman EE, Munoz B, Turano KA, et al. Measures of visual function and their association with driving modification in older adults. Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47:514-520.
113. Stutts JC. Do older drivers with visual and cognitive impairments drive less? J Am Geriatr Soc 1998;46:854-861.
114. Lyman JM, McGwin Jr G, Sims RV. Factors related to driving difficulty and habits in older drivers. Accident Analysis & Prevention 2001;33:413-421.
115. Rapoport MJ, Naglie G, Weegar K, et al. The relationship between cognitive performance, perceptions of driving comfort and abilities, and self-reported driving restrictions among healthy older drivers. Accident Analysis & Prevention 2013;61:288-295.
116. Baldock MRJ, Mathias JL, McLean J, et al. Self-regulation of driving and older drivers' functional abilities. Clinical Gerontologist 2006; 30 (1):53-70.
117. Okonkwo OC, Crowe M, Wadley VG, et al. Visual attention and self-regulation of driving among older adults. International Psychogeriatrics 2008;20:162-173.
118. Molnar LJ, Eby DW. The relationship between self-regulation and driving-related abilities in older drivers: an exploratory study. Traffic Inj Prev 2008;9:314-319.
119. Meng A, Siren A. Cognitive problems, self-rated changes in driving skills, driving-related discomfort and self-regulation of driving in old drivers. Accid Anal Prev 2012;49:322-329.
120. Sargent-Cox KA, Windsor T, Walker J, et al. Health literacy of older drivers and the importance of health experience for self-regulation of driving behaviour. Accid Anal Prev 2011;43:898-905.
121. Wong IY, Smith SS, Sullivan KA. The relationship between cognitive ability, insight and self-regulatory behaviors: findings from the older driver population. Accid Anal Prev 2012;49:316-321.
122. Rimmö P-A, Hakamies-Blomqvist L. Older drivers' aberrant driving behaviour, impaired activity, and health as reasons for self-imposed driving limitations. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2002;5:47-62.
123. Ball K, Owsley C, Stalvey B, et al. Driving avoidance and functional impairment in older drivers. Accident Analysis & Prevention 1998;30:313-322.

124. Gabaude C, Marquié J-C, Obriot-Claudel F. Self-regulatory driving behaviour in the elderly: relationsips with aberrant driving behaviours and perceived abilities. Le travail humain 2010;73:31-52.
125. Sullivan KA, Smith SS, Horswill MS, et al. Older adults' safety perceptions of driving situations: towards a new driving self-regulation scale. Accid Anal Prev 2011;43:1003-1009.
126. Blanchard RA, Myers AM, Porter MM. Correspondence between self-reported and objective measures of driving exposure and patterns in older drivers. Accident Analysis & Prevention 2010;42:523-529.
127. Stalvey BT, Owsley C. Self-perceptions and Current Practices of High-risk Older Drivers: Implications for Driver Safety Interventions. J Health Psychol 2000;5:441-456.
128. Horswill MS, Anstey KJ, Hatherly C, et al. Older drivers' insight into their hazard perception ability. Accid Anal Prev 2011;43:2121-2127.
129. Gwyther H, Holland C. The effect of age, gender and attitudes on self-regulation in driving. Accid Anal Prev 2012;45:19-28.
130. Brabyn JA, Schneck ME, Lott LA, et al. Night Driving Self-Restriction: Vision Function and Gender Differences. Optometry & Vision Science 2005;82:755-764.
131. Siren A, Meng A. Older drivers' self-assessed driving skills, driving-related stress and self-regulation in traffic. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2013;17:88-97.
132. Charlton J, Oxley J, Fildes B, et al. Characteristics of older drivers who adopt self-regulatory driving behaviours. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2006;9:363-373.
133. D'Ambrosio LA, Donorfio LK, Coughlin JF, et al. Gender differences in self-regulation patterns and attitudes toward driving among older adults. Journal of Women Aging 2008;20:265-282.
134. Windsor TD, Anstey KJ, Walker JG. Ability perceptions, perceived control, and risk avoidance among male and female older drivers. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2008;63:P75-83.
135. Naumann RB, Dellinger AM, Kresnow MJ. Driving self-restriction in high-risk conditions: how do older drivers compare to others? J Safety Res 2011;42:67-71.

136. Bauer MJ, Adler G, Kuskowski MA, et al. The influence of age and gender on the driving patterns of older adults. Journal of Women & Aging 2003;15:3-16.
137. West CG, Gildengorin G, Haegerstrom-Portnoy G, et al. Vision and driving self-restriction in older adults. Hoboken, NJ, ETATS-UNIS: Wiley-Blackwell, 2003.
138. Molnar LJ, Eby DW, Charlton JL, et al. Driving avoidance by older adults: Is it always self-regulation? Accident Analysis & Prevention 2013;57:96-104.
139. Molnar LJ, Charlton JL, Eby DW, et al. Factors affecting self-regulatory driving practices among older adults. Traffic Inj Prev 2014;15:262-272.
140. Keay L, Munoz B, Turano KA, et al. Visual and cognitive deficits predict stopping or restricting driving: the Salisbury Eye Evaluation Driving Study (SEEDS). Invest Ophthalmol Vis Sci 2009;50:107-113.
141. Cotrell V, Wild K. Longitudinal study of self-imposed driving restrictions and deficit awareness in patients with Alzheimer disease. Alzheimer Disease and Associated Disorders 1999;13:151-156.
142. Kington R, Reuben D, Rogowski J, et al. Sociodemographic and health factors in driving patterns after 50 years of age. Am J Public Health 1994;84:1327-1329.
143. Gilhotra JS, Mitchell P, Ivers R, et al. Impaired vision and other factors associated with driving cessation in the elderly: the Blue Mountains Eye Study. Clin Experiment Ophthalmol 2001;29:104-107.
144. Jette AM, Branch LG. A ten-year follow-up of driving patterns among community-dwelling elderly. Hum Factors 1992;34:25-31.
145. O'Connor ML, Edwards JD, Wadley VG, et al. Changes in mobility among older adults with psychometrically defined mild cognitive impairment. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2010;3:306-316.
146. Drachman DA, Swearer JM. Driving and Alzheimer's disease: the risk of crashes. Neurology 1993;43:2448-2456.
147. Foley DJ, Masaki KH, Ross GW, et al. Driving cessation in older men with incident dementia. J Am Geriatr Soc 2000;48:928-930.
148. Cooper PJ, Tallman K, Tuokko H, et al. Vehicle crash involvement and cognitive deficit in older drivers. Journal of Safety Research 1993;24:9-17.
149. Gilley DW, Wilson RS, Bennett DA, et al. Cessation of driving and unsafe motor vehicle operation by dementia patients. Arch Intern Med 1991;151:941-946.

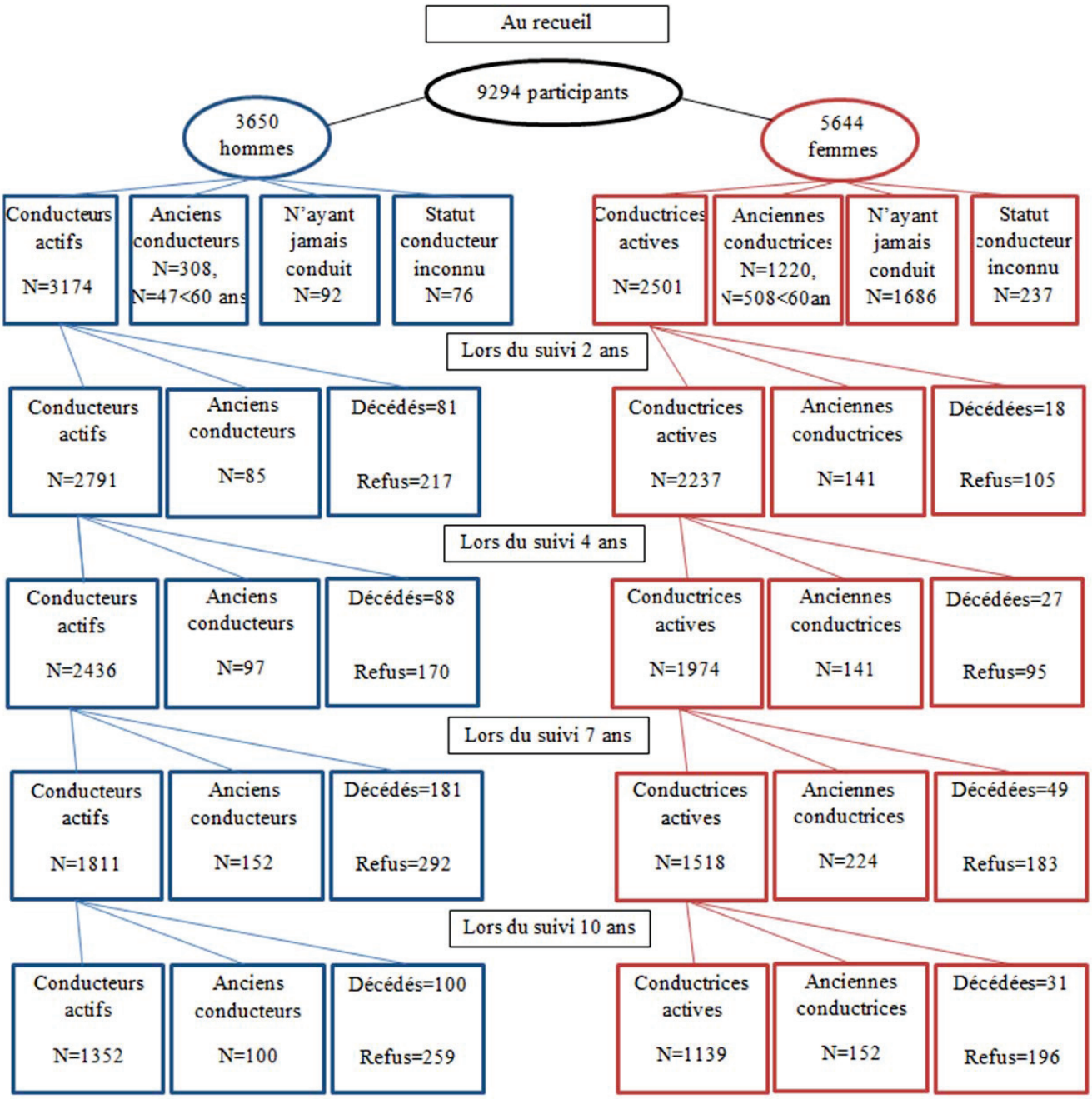
150. Herrmann N, Rapoport MJ, Sambrook R, et al. Predictors of driving cessation in mild-to-moderate dementia. Cmaj 2006;175:591-595.
151. Seiler S, Schmidt H, Lechner A, et al. Driving cessation and dementia: results of the prospective registry on dementia in Austria (PRODEM). PLoS One 2012;7:26.
152. Talbot A, Bruce I, Cunningham CJ, et al. Driving cessation in patients attending a memory clinic. Age Ageing 2005;34:363-368.
153. Trobe JD, Waller PF, Cook-Flannagan CA, et al. Crashes and violations among drivers with Alzheimer disease. Arch Neurol 1996;53:411-416.
154. Devlin A, McGillivray JA. Self-regulation of older drivers with cognitive impairment: A systematic review. Australasian Journal on Ageing 2013:n/a-n/a.
155. Kowalski K, Love J, Tuokko H, et al. The influence of cognitive impairment with no dementia on driving restriction and cessation in older adults. Accid Anal Prev 2012;49:308-315.
156. Valcour VG, Masaki KH, Blanchette PL. Self-reported driving, cognitive status, and physician awareness of cognitive impairment. J Am Geriatr Soc 2002;50:1265-1267.
157. The 3C Study Group. Vascular Factors and Risk of Dementia: Design of the Three-City Study and Baseline Characteristics of the Study Population. Neuroepidemiology 2003;22:316-325.
158. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-mental state”: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research 1975;12:189-198.
159. Benton A. Manuel pour l’application du test de rétention visuelle. Applications cliniques et expérimentales. Paris 1965.
160. Isaacs B, Kennie AT. The Set test as an aid to the detection of dementia in old people. Br J Psychiatry 1973;123:467-470.
161. Reitan RM. Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. Perceptual and Motor Skills 1958;8:271-276.
162. Dartigues JF, Commenges D, Letenneur D, et al. Cognitive predictors of dementia in elderly community residents. Neuroepidemiology 1997;16:29-39.
163. Le Carret N, Lafont S, Mayo W, et al. The effect of education on cognitive performances and its implication for the constitution of the cognitive reserve. Dev Neuropsychol 2003;23:317-337.

164. Peres K, Chrysostome V, Fabrigoule C, et al. Restriction in complex activities of daily living in MCI: impact on outcome. Neurology 2006;67:461-466.
165. Barberger-Gateau P, Fabrigoule C, Helmer C, et al. Functional impairment in instrumental activities of daily living: an early clinical sign of dementia? J Am Geriatr Soc 1999;47:456-462.
166. Katz S, Down TD, Cash HR, et al. Progress in the development of the index of ADL. Gerontologist 1970:20-30.
167. Rosow L, Breslau N. A Guttman health scale for the aged. Gerontology 1966:556-559.
168. Whitworth JA. 2003 World Health Organization (WHO)/International Society of Hypertension (ISH) statement on management of hypertension. J Hypertens 2003;21:1983-1992.
169. Radloff LS, Teri L. Use of the CES-D with older adults. Clinical Gerontology 1986: 119-136.
170. Fuhrer R, Rouillon F. La version française de l'échelle CES-D (Center for Epidemiologic Studies Depression Scale). Description et traduction de l'échelle d'auto-évaluation (in french). Psychiatry & Psychobiology 1989;4:163-166.
171. Amieva H, Lafont S, Auriacombe S, et al. Analysis of Error Types in the Trail Making Test Evidences an Inhibitory Deficit in Dementia of the Alzheimer Type. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology 1998;20:280-285.
172. Dubois B, Touchon J, Portet F, et al. Les 5 mots : une épreuve simple et sensible pour le diagnostic de la maladie d'Alzheimer. Presse médicale 2002;31:1696-1699.
173. Vellas BJ, Albarede JL, Garry PJ. Diseases and aging: patterns of morbidity with age; relationship between aging and age-associated diseases. Am J Clin Nutr 1992;55:1225S-1230S.
174. Gillespie SM, Friedman SM. Fear of falling in new long-term care enrollees. J Am Med Dir Assoc 2007;8:307-313.
175. Thiébaut ACM, Bénichou J. Choice of time-scale in Cox's model analysis of epidemiologic cohort data: a simulation study. Statistics in Medicine 2004;23:3803-3820.
176. Wechsler D. WAIS-R manuel. Cleveland: Psychological Corporation, 1981.
177. Gallo JJ, Rebok GW, Lesikar SE. The driving habits of adults aged 60 years and older. J Am Geriatr Soc 1999;47:335-341.

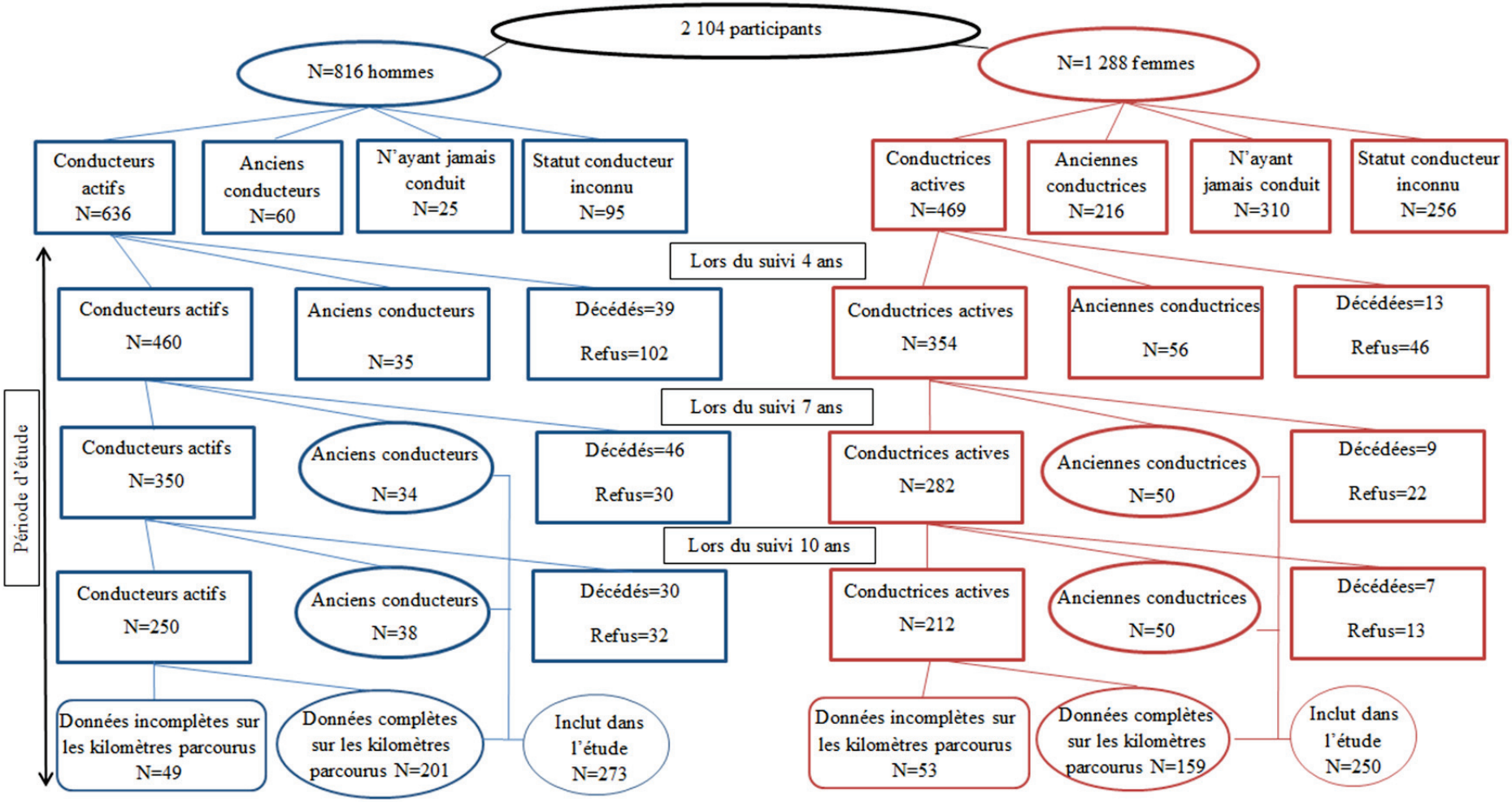
178. Hakamies-Blomqvist L. Deconstructing a gender difference: Driving cessation and personal driving history of older women. Journal of Safety Research 2003;34:383-388.
179. Hakamies-Blomqvist L, Wahlstrom B. Why do older drivers give up driving? Accid Anal Prev 1998;30:305-312.
180. Tuokko H, Myers A, Jouk A, et al. Associations between age, gender, psychosocial and health characteristics in the Candrive II study cohort. Accid Anal Prev 2013;4:00085-00087.
181. Helmer C, Barberger-Gateau P, Letenneur L, et al. Subjective health and mortality in French elderly women and men. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 1999;54:S84-92.
182. Benjamins MR, Hummer RA, Eberstein IW, et al. Self-reported health and adult mortality risk: an analysis of cause-specific mortality. Social Science & Medicine 2004;59:1297-1306.
183. Benyamini Y, Idler EL. Community Studies Reporting Association between Self-Rated Health and Mortality: Additional Studies, 1995 to 1998. Research on Aging 1999;21:392-401.
184. Walker JD, Maxwell CJ, Hogan DB, et al. Does self-rated health predict survival in older persons with cognitive impairment? J Am Geriatr Soc 2004;52:1895-1900.

Annexes

Annexe 1. Inclusion des participants dans la cohorte des 3-Cités et suivis



Annexe 2. Inclusion des participants dans la cohorte des 3-Cités de Bordeaux et suivis



Annexe 3. Seuil pour chaque mesure cognitive, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte des 3-Cités, en fonction de l'âge et du niveau d'études.

Un bas niveau cognitif à un test correspond, ici à un temps par déplacement supérieur au 90ème percentile de la distribution, ou à un score de performance inférieure au 10ème percentile de la distribution considérée. Pour chaque test, nous avons testé s'il y avait des différences entre chaque classe d'âge et niveau d'études. Selon les classes d'âge et les niveaux d'étude qui différaient voici les seuils observés :

Hommes conducteurs de la cohorte des 3-Cités		65-74			75+		
		Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +
Benton	Seuil recueil initial	9	8	10	9	10	9
	Seuil suivi 2 ans	9	8	10	9	11	9
	Seuil suivi 4 ans	9	8	10	9	11	8
	Seuil suivi 7 ans	9	7	10	9	11	9
Trail Making Test B : Temps par bonne transition	Seuil recueil initial	18,375	18,818	12,144	16,386	8,467	11,846
	Seuil suivi 2 ans	15,417	19,429	9,786	14,222	6,853	11,571
	Seuil suivi 4 ans	20,500	23,100	11,000	23,759	6,583	15,286
	Seuil suivi 7 ans	21,000	24,600	10,063	18,429	7,177	17,833
Mini Mental Status Examination	Seuil recueil initial	24	24	26	25	27	26
	Seuil suivi 2 ans	24	23	26	24	26	25
	Seuil suivi 4 ans	25	22	26	25	27	25
	Seuil suivi 7 ans	24	21,5	25	23	26	25
Set test d'Isaac	Seuil recueil initial	24	21	25	22	26	23
	Seuil suivi 2 ans	25	22	27	23	29	24
	Seuil suivi 4 ans	25	20	27	22	29	23
	Seuil suivi 7 ans	23	21	27	22	26	23

Femmes conductrices de la cohorte des 3-Cités		65-74			75+		
		Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +
Benton	Seuil recueil initial	9	8	10	9	10	10
	Seuil suivi 2 ans	9	8	10	9	11	9
	Seuil suivi 4 ans	9	7	10	8	10	9
	Seuil suivi 7 ans	9	7	10	8	10	8
Trail Making Test B : Temps par bonne transition	Seuil recueil initial	13,833	15,958	10,000	11,900	6,217	9,714
	Seuil suivi 2 ans	12,032	16,567	8,750	11,194	6,350	9,341
	Seuil suivi 4 ans	16,000	24,000	11,000	16,091	7,826	15,286
	Seuil suivi 7 ans	14,118	20,455	11,500	20,400	6,667	21,600
Mini Mental Status Examination	Seuil recueil initial	24	24	25	25	26	26
	Seuil suivi 2 ans	25	23	25	25	27	26
	Seuil suivi 4 ans	24	24	26	25	26	25
	Seuil suivi 7 ans	23	22	25	22	26	23
Set test d'Isaac	Seuil recueil initial	24	22	27	24	28	26
	Seuil suivi 2 ans	27	23	28	26	31	28
	Seuil suivi 4 ans	27	21	29	26	31	27
	Seuil suivi 7 ans	26	22	27	24	28	22

Annexe 4. Seuil pour chaque mesure cognitive, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte des 3-Cités de Bordeaux, en fonction de l'âge et du niveau d'études.

Un bas niveau cognitif à un test correspond, ici à un temps par déplacement supérieur au 90ème percentile de la distribution, ou à un score de performance inférieure au 10ème percentile de la distribution considérée. Concernant le nombre de persévérations lors du Trail Making Test B, nous avons choisi un seul seuil car il n'y avait pas d'hétérogénéité dans la population (Nombre de persévérations ≥ 2). Pour chaque test, nous avons testé s'il y avait des différences entre chaque classe d'âge et niveau d'études. Selon les classes d'âge et les niveaux d'étude qui différaient voici les seuils observés :

Hommes conducteurs de la cohorte des 3-Cités de Bordeaux		65-74			75 +		
		Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +
Benton	Seuil suivi 4 ans	10	10	10	8	8,5	10
	Seuil suivi 7 ans	8	9	11	9	9	9
Trail Making Test A : Temps par transition	Seuil suivi 4 ans	2,79	2,79	2,79	5,42	3,04	2 ,74
	Seuil suivi 7 ans	3,96	3,5	3,04	4,21	3,69	3,42
Trail Making Test B : Temps par transition	Seuil suivi 4 ans	8,32	7,33	5,58	7,236	10,002	5,854
	Seuil suivi 7 ans	6,58	6,58	6,58	15,30	7,65	6,00
Mini Mental Status Examination	Seuil suivi 4 ans	24	28	28	22	25	27
	Seuil suivi 7 ans	24	26	27	22	25,5	24
Set test d'Isaac	Seuil suivi 4 ans	25	25	25	18	22	27,5
	Seuil suivi 7 ans	22	23	22	19	21	22
Test des 5 mots	Seuil suivi 4 ans	8	8	8	7	8	7
	Seuil suivi 7 ans	--	--	--	--	--	--

Hommes conducteurs de la cohorte des 3-Cités de Bordeaux		65-74			75 +		
		Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +
Benton	Seuil suivi 4 ans	8	10	12	6	9	10
	Seuil suivi 7 ans	10	10	10	8	9	8
Trail Making Test A : Temps par transition	Seuil suivi 4 ans	3,0	3,0	3,0	4,08	4,29	3,25
	Seuil suivi 7 ans	3,08	3,08	3,08	4,63	3,58	3,0
Trail Making Test B : Temps par transition	Seuil suivi 4 ans	6,9615	6,9615	6,9615	11,1154	7,6250	6,4348
	Seuil suivi 7 ans	9,70	7,44	4,92	12,63	10,35	7,29
Mini Mental Status Examination	Seuil suivi 4 ans	27	27	27	25	26	27
	Seuil suivi 7 ans	24	24	24	24	24	27
Set test d'Isaac	Seuil suivi 4 ans	25	25	25	18	22	27,5
	Seuil suivi 7 ans	25	25	25	18	22	24
Test des 5 mots	Seuil suivi 4 ans	8	8	8	7	7	7
	Seuil suivi 7 ans	--	--	--	--	--	--

Annexe 5. Seuil de la baisse cognitive entre les performances au suivi 4 ans et à l'inclusion ou entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte des 3-Cités de Bordeaux.

Un déclin cognitif était sévère, lorsque la différence des scores cognitifs entre l'inclusion dans la cohorte et le suivi 4 ans (début de notre période d'observation) ou entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans était supérieure au 90ème percentile, ou lorsque la différence des vitesses de passation entre l'inclusion et le suivi 4 ans ou entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans était inférieure au 10ème percentile. Pour ce classement, nous n'avons pas pris en compte l'âge et le niveau d'études car il s'agit d'une mesure de baisse de leurs propres performances, gommant ainsi un effet âge ou un effet niveau d'études.

		Hommes conducteurs des 3-Cités de Bordeaux	Femmes conductrices des 3-Cités de Bordeaux
Benton	Seuil de la baisse entre l'inclusion et le suivi 4 ans	-3	-2
	Seuil de la baisse entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans	-3	-3
Trail Making Test A : Temps par transition	Seuil de la baisse entre l'inclusion et le suivi 4 ans	0,8	0,9
	Seuil de la baisse entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans	1,3	1,0
Trail Making Test B : Temps par transition	Seuil de la baisse entre l'inclusion et le suivi 4 ans	2,3	2,0
	Seuil de la baisse entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans	2,7	3,1
Mini Mental Status Examination	Seuil de la baisse entre l'inclusion et le suivi 4 ans	-2	-2
	Seuil de la baisse entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans	-3	-3
Set test d'Isaac	Seuil de la baisse entre l'inclusion et le suivi 4 ans	-6	-5
	Seuil de la baisse entre le suivi 4 ans et le suivi 7 ans	-9	-9

Annexe 6. Seuil pour chaque mesure cognitive, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte MG-Cog CAPA, en fonction de l'âge et du niveau d'études.

Un bas niveau cognitif à un test correspond, ici à un temps par déplacement supérieur au 90ème percentile de la distribution, ou à un score de performance inférieure au 10ème percentile de la distribution considérée. Concernant le nombre de persévérations lors du Trail Making Test B, nous avons choisi un seul seuil car il n'y avait pas d'hétérogénéité dans la population (Nombre de persévérations ≥ 2). Pour chaque test, nous avons testé s'il y avait des différences entre chaque classe d'âge et niveau d'études. Selon les classes d'âge et les niveaux d'étude qui différaient voici les seuils observés :

Hommes conducteurs MG-Cog CAPA	70-74			75-79			80 +		
	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +
Trail Making Test A : Temps par transition	5,13	4,17	3,33	5,25	3,33	3,04	5,2	4,98	3,75
Trail Making Test B : Temps par transition	11,46	9,54	6,45	12,52	12,29	5,29	14,29	11,14	11,47
Codes bons de Wechsler	16	24	31	14	22	25	11	13	14

Femmes conductrices MG-Cog CAPA	70-74			75-79			80 +		
	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +
Trail Making Test A : Temps par transition	3,4	2,92	3,08	3,67	4,13	3,33	4,88	5	3,25
Trail Making Test B : Temps par transition	8,48	7,79	8	15,5	14,67	7,24	16,3	12,93	8,25
Codes bons de Wechsler	20	18	26	17	20	24	18	18	22

Annexe 7. Seuil pour chaque mesure cognitive, chez les hommes, puis chez les femmes de la cohorte française SAFEMOVE, en fonction de l'âge et du niveau d'études.

Un bas niveau cognitif à un test correspond, ici à un temps par déplacement supérieur au 90ème percentile de la distribution, ou à un score de performance inférieure au 10ème percentile de la distribution considérée. Concernant le nombre de persévérations lors du Trail Making Test B, nous avons choisi un seul seuil car il n'y avait pas d'hétérogénéité dans la population (Nombre de persévérations ≥ 2). Pour chaque test, nous avons testé s'il y avait des différences entre chaque classe d'âge et niveau d'études. Selon les classes d'âge et les niveaux d'étude qui différaient voici les seuils observés :

Hommes conducteurs français SAFEMOVE	70-74			75-79			80 +		
	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +
Trail Making Test A : Temps par transition	3,38	2,88	2,67	3,29	2,96	2,69	4	3,38	3,48
Trail Making Test B : Temps par transition	8,25	6,54	5,38	9,78	7,58	6,26	10,87	7,71	6,75
Codes bons de Wechsler	21	27	32	23	21	28	19	21	26

Femmes conductrices françaises SAFEMOVE	70-74			75-79			80 +		
	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +	Sans diplome+CEP	BEP/CAP,brevet	BAC et +
Trail Making Test A : Temps par transition	3,04	2,58	2,58	3,17	2,71	2,79	4,33	3,17	3,21
Trail Making Test B : Temps par transition	8,88	5,68	4,82	7,58	6,43	5,86	12,6	6,69	6,73
Codes bons de Wechsler	22	34	35	26	30	30	17	30	23

Annexe 8. Article 1 : Automobile driving in seniors: Factors affecting driving restriction in men and women. Journal of American Geriactrics Society.

Marie Dit Asse L, Fabrigoule C, Helmer C, Laumon B, Lafont S (in press) Automobile driving in seniors: Factors affecting driving restriction in men and women. Journal of American Geriactrics Society. Novembre 2014.

Automobile Driving in Older Adults: Factors Affecting Driving Restriction in Men and Women

Laetitia Marie Dit Asse, MSc,† Colette Fabrigoule, PhD,‡ Catherine Helmer, MD, PhD,§ Bernard Laumon, MD, PhD,‖ and Sylviane Lafont, PhD*†*

OBJECTIVES: To identify factors associated with driving restriction in elderly men and women.

DESIGN: Prospective cohort study of French drivers from 2003 to 2009.

SETTING: The Three-City Cohort of Bordeaux, a prospective study of 2,104 people aged 65 and older.

PARTICIPANTS: Five hundred twenty-three drivers with a mean age of 76 (273 male, 250 female).

MEASUREMENTS: Sociodemographic characteristics, driving habits, health variables, cognitive evaluation and dementia diagnosis. Predementia was defined as no dementia at one follow-up and dementia at the next follow-up.

RESULTS: Over the 6-year period, 54% of men and 63% of women stopped driving or reduced the distance they drove. Predementia, Parkinson's disease, older age, and a high number of kilometers previously driven were common restriction factors in both sexes. Prevalent dementia, depressive symptomatology, a decline in one or more instrumental activities of daily living, and poor visual working memory were specific factors in men. In women, low income, fear of falling, slow processing speed, and severe decline in global cognitive performance all affected driving restriction.

CONCLUSION: Older women restricted their driving activity more than older men, regardless of the number of kilometers previously driven, physical health, and cognitive status. Factors affecting driving restriction differed according to sex, and women were more likely to stop driving than men in the period preceding a dementia diagnosis. **J Am Geriatr Soc 2014.**

Key words: driving restriction; elderly; cognitive factors; sex differences; dementia

Demographic projections show that the proportion of people aged 65 and older will continue to increase,[1] therefore increasing the number of older drivers. In addition, because of the preference for cars as a means of transportation in this age group and the increase in the number of women with driving licenses, there will be even more elderly drivers.[2]

Sensory, functional, and minor cognitive changes appear during the course of normal aging and are more severe with brain pathologies leading to dementia. They may profoundly affect driving,[3] which is a complex task involving a number of cognitive functions, particularly attention and decision-making. Many older drivers attempt to compensate for these changes in driving ability by reducing their driving exposure (by reducing their driving frequency or mileage,[4] by avoiding certain driving situations,[5] or by ceasing to drive[6]).

Sex differences in this driving regulation process have been reported in the United States,[5,7–14] Australia,[15–17] and Finland.[18,19] A previous study suggested that these differences can be understood in the context of sex roles[7] that "provide distinct social tasks to women and influence their mobility and transportation modes across the life course." Women drive less than men,[8] avoid more driving situations,[7–11,15] and cease driving earlier.[20] Men are also more often the main driver[12,16] and have longer driving "careers" than women because they obtained their driving license at a younger age.[19] These sex differences in images and roles may explain why elderly women enjoy driving less than men or doubt their driving abilities more and why they change their driving habits more easily.[11] Prospective studies have not found more driving regulations in women than in men in the United States[21–24] and in the

From the *Unité Mixte de Recherche Epidémiologique et de Surveillance Transport Travail Environnement, Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux, UMRT 9405, Bron; †Université de Lyon, Lyon; ‡Unité de Service et de Recherche 3413, Centre National de la Recherche Scientifique / Université Bordeaux Segalen; §Centre INSERM U897-Epidemiologie-Biostatistique, L'Institut de Santé Publique, d'Épidémiologie et de Développement, Bordeaux; and ‖Département Transport Santé Sécurité, Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux, UMRT 9405, Bron, France.

Address correspondence to Laetitia Marie Dit Asse, UMRESTTE—IFSTTAR—25, Avenue François Mitterrand, F-69675 Bron Cedex, France. E-mail: laetitia.marie-dit-asse@ifsttar.fr

DOI: 10.1111/jgs.13077

© 2014, Copyright the Authors

United Kingdom.[25] The age, survey periods, and different measures of regulations in the different studies can partly explain these discrepancies. As far as the factors affecting these regulations are concerned, only one prospective study in the United States has examined driving cessation factors in men and women separately.[26] This study showed that the factors affecting driving cessation vary according to sex. The authors found an association between being single and greater risk of cessation in men but not in women. A high level of education was associated with greater risk of cessation in men but with less risk in women. Poor visual acuity and physical limitations, assessed using the Medical Outcomes Study 36-item Short-Form Survey, were associated with driving cessation in women but not in men. This previous study found associations with cognitive factors in both sexes, but the components were not the same in men and in women. In men, a low global cognitive evaluation score on the Mini-Mental State Examination (MMSE) was associated with driving cessation, whereas in women, there were associations between driving cessation and slow complex reaction times and slow information processing speeds, as measured according to the useful field of view test, although this study excluded participants whose global cognitive MMSE score was less than 23, and it did not take into account central nervous system (CNS) conditions or pathologies, which are known to change driving habits significantly and possibly differently in men and women. Furthermore, a cross-sectional study of individuals with dementia showed that women were more likely to have ceased driving at a dementia stage than men.[27] The goal of the current study was to identify and compare the cognitive and functional factors associated with driving restriction in urban-dwelling older men and women.

MATERIALS AND METHODS

Population

The present study is based on data from an ongoing prospective cohort of French people aged 65 and older, the Three-City (3C) Study. The primary aim of the 3C Study was to evaluate the risk of dementia and cognitive impairments attributable to vascular factors. The methods used in the study and the sample baseline characteristics have been published in detail.[28] The participants were randomly selected from the electoral rolls of three French cities (Bordeaux, Dijon, Montpellier) between 1999 and 2001. To be eligible for recruitment, individuals had to be registered on the electoral rolls of one of those three cities, aged 65 and older, and not institutionalized. Eligible individuals were invited to participate through a personal letter containing a study description and an acceptance or refusal form. Participants were not paid. Only participants from Bordeaux, one of the three cities, were included in the present study (N = 2,104). The collection of information was the same at baseline and at the follow-up examinations (2-, 4-, 7-, and 10-year follow-ups). First, a psychologist conducted a face-to-face home interview using a standardized questionnaire on sociodemographic characteristics, driving habits, and cognitive tests (took approximately 1.5 hours). In the following weeks, a physician examined participants in a medical center to obtain health-related data (took approximately 2 hours). Active screening for dementia was conducted using a three-step procedure. After a neuropsychological examination by psychologists, a neurologist or geriatrician assessed participants suspected of having dementia. An independent committee of neurologists reviewed all potential cases of dementia based on all available information to obtain a consensus on the diagnosis in accordance with *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition,* criteria. For subjects not included in the follow-up visits, a systematic request of vital status was made to the civil registry. Cause of death was determined from interviews with a general practitioner or medical records. The ethics committee of the University Hospital of Kremlin-Bicêtre approved the study protocol. The 4-, 7-, and 10-year follow-up data in this study were used. Participants who were active drivers at the 4-year follow-up were followed over the subsequent 6 years (n = 523). Details of participant inclusion and follow-up are presented in Figure 1 and the time frame of the study in Figure 2.

Outcome: Driving Restriction

Restriction was defined as driving cessation during the follow-up period or kilometer reduction in driving distance. Age at driving cessation was obtained at each follow-up, and the number of kilometers driven in a typical week was recorded in five categories (<10, 10–50, 51–100, 101–300, and > 300 (1 km = 0.6 mile)). Kilometer reduction was defined as the passage from a higher to a lower class during the 6-year study period. If two restriction events occurred during the follow-up period of the study, only the first event was taken into account.

Cognitive Factors

Mini-Mental State Examination

The MMSE is a general screening test of cognitive ability[29] that evaluates several areas of cognitive function: orientation (place and time), attention, memory, arithmetic, language, and visual construction (range 0–30).

Benton Visual Retention Test in Recognition

The Benton Visual Retention Test (BVRT) assesses immediate visual working memory[30] using 15 stimulus cards and 15 multiple choice cards. After a 10-second presentation of a stimulus card, a subject is asked to choose the initial figure from among four options (score range 0–15).

Isaacs Set Test

The Isaacs Set Test (IST) explores semantic verbal fluency abilities.[31] Individuals must generate words belonging to four semantic categories (colors, animals, fruits, cities) in 15 seconds. The score is the total number of words given from the four categories.

Trail-Making Test Parts A and B

Trail-Making Test Parts A and B (TMT-A, TMT-B) measures information processing speed and mental flexibility.[32] Part A requires the subject to connect circles numbered randomly from 1 to 25 as quickly as possible and in

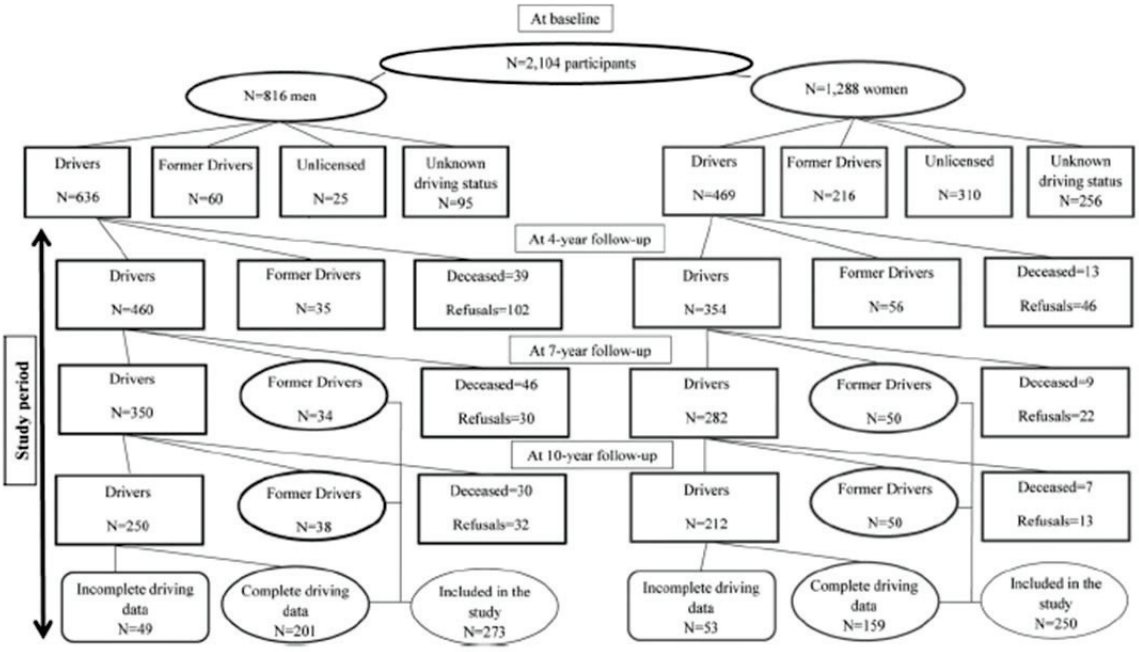


Figure 1. Participant inclusion and follow-up.

Figure 2. Study time frame.

numerical order. In Part B, the subject is asked to connect numbers (from 1 to 13) and letters (from A to L) alternatively in ascending order as quickly as possible. The time taken to complete the test is recorded separately from performance in terms of correct transitions and errors, in accordance with the approach described previously.[33] Time per correct or incorrect transition and number of correct transitions and perseverations (for TMT-B) were analyzed.

The Five-Word Test (FWT)

The five-word test (FWT) measures anterograde memory.[34] After the semantic encoding of five words, an immediate free recall is performed, followed by a semantic cued recall for forgotten words. After a nonverbal interference test (TMT-A and -B), a delayed recall that includes a free and cued recall is performed. The score out of 10 is the total number of items recalled in the immediate (free + cued) and delayed (free + cued) recall.

Cognitive Impairment

Participants were considered to have cognitive impairment if they experienced at least two of the following: omissions in daily activities, difficulty retaining new information, difficulty recalling long-term memories, difficulty with arithmetic, language difficulties, and difficulty with orientation.

Functional Impairment

Activities of Daily Living

Participants were asked whether they needed help with basic activities of daily living (ADLs; bathing, dressing, transferring, toileting, feeding)[35] or instrumental ADLs (IADLs; using the telephone, transportation, taking medication, managing money).[36]

Mobility

Two items from the Rosow and Breslau scale[37] were used to assess mobility status: ability to walk 500 to 1,000 m and ability to walk up or down two flights of stairs.

Sensory Impairments and Falls

Deficits in distance vision were assessed according to self-reported difficulties in recognizing familiar faces from further than 4 m away. Participants were also asked about the occurrence of falls over the previous 2 years and whether they were afraid of falling.

Dementia and Predementia Status

Subjects were screened for dementia at inclusion and at each follow-up. The prospective design of the study allowed participants who did not have dementia at one follow-up and but did at the next follow-up to be determined to have predementia.

Medical Conditions and Drug Use

To assess the effect of CNS diseases on driving restriction, five medical conditions were combined; when dementia occurred alone or with one of the three other pathologies, subjects were classified in the dementia category; when Parkinson's disease occurred alone or with stroke or head trauma, subjects were classified as having Parkinson's disease; when stroke occurred alone or associated with head trauma, subjects were included in the stroke category, as described previously.[38] These conditions included dementia and predementia status and self-reported variables related to stroke, head trauma with amnestic disorder lasting longer than 24 hours, and Parkinson's disease. Any other medical conditions present during the last 2 years were also analyzed: dyspnea, cancer, fracture, diabetes mellitus, and cardiovascular problems (including angina pectoris, heart attack, hypertension (blood pressure >140/90 mmHg), arteritis, or heart failure). Other nontraumatic serious diseases were grouped into one variable. Depressive symptomatology was assessed using the Center for Epidemiologic Studies Depression (CES-D) Scale.[39] Validated scores greater than 16 for men and 22 for women indicated depressive symptomatology.[40] Each follow-up included an inventory of all the drugs used more than once per week during the preceding month. Large consumers were identified as being in the upper decile of the drug number distribution. Self-perceived health was rated on a Likert scale from 1 (very good) to 5 (very poor). A two-modality variable was used: poor (very poor, poor) versus good (very good, good, fair).

Other Driving Variables

Participants were asked whether anyone had suggested that they stop driving. A history of crash involvement was established if the participant had experienced one or more crashes during the past 2.5 years as a driver. Participants also scored their driving skills out of 10, and the first decile was used to identify drivers, according to sex, who judged their driving abilities as being poor. Information was recorded about proximity to shops (convenience and food stores) and public transport.

Demographic and Socioeconomic Factors

Sociodemographic information included education level (no schooling or primary school level was considered equivalent to 0–5 years of schooling, the secondary school level was considered equivalent to 6–11 years of schooling, and the university level was equivalent to 12 or more years of schooling), living arrangements (alone or not), former main profession, and monthly income per person in the household.

Statistical Analysis

First, the characteristics of men and women were compared at the follow-up preceding restriction or at the 7-year follow-up for drivers who exercised no restriction. Differences between the sexes were tested using the chi-square test or Fisher exact test for qualitative variables and the Student *t*-test for quantitative variables. These characteristics were the factors used to explain the driving restriction. Univariate Cox proportional hazard regression models were developed with these factors, some of which were time dependent. Cognitive variables were analyzed as qualitative variables, allowing missing data to be taken into account. Poor cognitive performance in each test was defined separately in men and women and was determined when the MMSE, Benton, or Isaacs Set Test scores or number of correct transitions on the TMT-A and -B were lower than the 10th percentile of the distribution or when the time per transition in the TMT-A and TMT-B or the number of perseverations in the TMT-B were higher than the 90th percentile of the distribution according to age class and education level. Severe cognitive decline on each test was also defined separately in men and women and was determined when the difference between baseline and 4-year follow-up scores or between 4- and 7-year follow-up scores was higher than the 90th percentile or when the difference in times between baseline and 4-year follow-up or between 4- and 7-year follow-ups was lower than the 10th percentile. The ascendant selection method was used to enter the covariates into multivariate models. The analyses were conducted using SAS version 9.2 (SAS Institute, Inc., Cary, NC), and $P < .05$ was considered statistically significant.

RESULTS

Participants consisted of 523 drivers (mean age 76.4 ± 4.2, 52.2% male). The mean ages of the men and women were not significantly different. All participants had retired by the 4-year follow-up.

Description of the study population at the follow-up preceding restriction or at the 7-year follow-up for drivers with no restriction before the end of study period (the 10-year follow-up). Sixty percent of women and 19.8% of men lived alone (Table 1). Men were more likely to have been employed as senior executives or in blue-collar professions and women in white-collar professions. Women drove less than men, with 20.8% of women driving less than 10 km per week, versus 7.3% of men. Men self-rated their driving skills more highly. More women than men expressed a fear of falling, had fallen at least once in the previous 2 years, had a fracture, or had dyspnea. A larger proportion of men had experienced at least one cardiovascular event, were being treated for diabetes mellitus, or had one or more IADL restrictions. The men's cognitive scores on the anterograde memory test (FWT) and the semantic verbal fluency test (IST) were also lower (Table 2).

Table 1. Characteristics of Men and Women at the Follow-Up Preceding Restriction or at the 7-Year Follow-Up for Drivers Who Did Not Restrict (N = 523)

	Men, n = 273	Women, n = 250	P-Value
Age, mean ± SD	78.3 (4.1)	77.9 (3.9)	.25
Living alone, n (%)	54 (19.8)	150 (60.0)	<.001
Income <1,500 Euro, n (%)	103 (41.4)	107 (47.1)	.21
Education, years, n (%)			
0–5	72 (26.4)	60 (24.1)	.12
6–11	76 (27.8)	90 (36.1)	
≥12	125 (45.8)	99 (39.8)	
Principal occupation, n (%)			
Tradesperson or salesperson	29 (10.7)	22 (8.8)	<.001
Senior executive	89 (32.7)	29 (11.6)	
Intermediate profession	78 (28.7)	67 (26.8)	
Office worker	26 (9.6)	88 (35.2)	
Manual worker	50 (18.4)	11 (4.4)	
Housewife	–	33 (13.2)	
Shops <5 minutes walking, n (%)	218 (79.9)	196 (78.4)	.68
Transportation <5 minutes walking, n (%)	255 (94.1)	241 (96.8)	.14
Kilometers driven per week, n (%)			
<10	20 (7.3)	52 (20.8)	<.001
10–50	97 (35.5)	121 (48.4)	
51–100	54 (19.8)	49 (19.6)	
> 100	102 (37.4)	28 (11.2)	
Self-rated driving skills[a]	[6; 7]	[6; 6]	
Suggestion of driving cessation, n (%)	12 (4.4)	13 (5.2)	.66
History of crashes, n (%)	25 (9.2)	14 (5.6)	.12
Far visual deficit, n (%)	4 (1.5)	4 (1.6)	1.0
≥1 activity of daily living restrictions, n (%)	2 (0.7)	2 (0.8)	1.0
≥1 mobility deficits, n (%)	18 (6.6)	25 (10.0)	.16
Fear of falling, n (%)	27 (9.9)	57 (22.8)	<.001
≥1 falls, n (%)	65 (23.8)	88 (35.2)	.004
Depressive symptomatology, n (%)	15 (5.6)	10 (4.0)	.42
Central nervous system pathologies, n (%)	47 (17.2)	42 (16.8)	.48
Predementia	15 (5.5)	10 (4.0)	
Dementia	7 (2.6)	2 (0.8)	
Parkinson's disease	1 (0.4)	3 (1.2)	
Stroke	13 (4.8)	14 (5.6)	
Head trauma	11 (4.0)	13 (5.2)	
Cancer, n (%)	17 (6.3)	13 (5.2)	.61
Fracture, n (%)	13 (4.8)	35 (14.0)	<.001
Cardiovascular problems, n (%)	56 (20.5)	25 (10.0)	.001
Diabetes mellitus, n (%)	39 (14.3)	20 (8.0)	.02
Other nontraumatic serious diseases, n (%)	30 (11.0)	27 (10.8)	.94
Dyspnea, n (%)	26 (9.6)	43 (17.2)	.01
≥1 instrumental activity of daily living deficits, n (%)	25 (9.2)	10 (4.0)	.02
Large drug consumers (minimum and maximum of the 10th percentile of the distribution)	[6; 9]	[6; 10]	
Poor perceived health, n (%)	5 (1.8)	9 (3.6)	.21
Cognitive complaint, n (%)	66 (24.2)	73 (29.2)	.19

[a]Minimum and maximum of the 10th percentile of distribution.

Table 2. Cognitive Evaluation of Men and Women at the Follow-Up Preceding Restriction or at the 7-year Follow-Up for Drivers Who Did Not Restrict (N = 523)

Cognitive Evaluation	Men, n = 273	Women, n = 250	P-Value
Mean ± standard deviation			
FWT	8.7 ± 1.4	9.2 ± 1.2	<.001
IST	30.0 ± 6.4	31.2 ± 6.1	.04
MMSE	27.8 ± 2.2	27.9 ± 1.9	.75
BVRT	11.8 ± 1.9	11.8 ± 2.0	.86
TMT-A			
Time per transition	2.3 ± 0.9	2.4 ± 0.9	.22
Correct transitions	23.9 ± 0.5	23.9 ± 0.3	.36
TMT-B			
Time per transition	4.7 ± 2.1	5.0 ± 3.0	.17
Correct transitions	20.9 ± 5.0	21.1 ± 5.0	.79
Perseverations	0.4 ± 0.9	0.6 ± 1.3	.08
10th percentile [minimum; maximum][a]			
FWT	[7; 8]	[7; 8]	
IST	[18; 27.5]	[18; 31.5]	
MMSE	[22; 28]	[24; 27]	
BVRT	[8; 11]	[6; 12]	
TMT-A			
Time per transition	[2.8; 5.4]	[3.0; 4.6]	
Correct transitions	[23; 24]	[24; 24]	
TMT-B			
Time per transition	[5.1; 15.3]	[4.9; 12.6]	
Correct transitions	[8; 17]	[7; 22]	
Perseverations	[1; 2]	[1; 2]	
Cognitive decline[b] (4 years before)			
IST	[–9; –6]	[–9; –5]	
MMSE	[–3; –2]	[–3; –2]	
BVRT	–3	[–3; –2]	
TMT-A time per transition	[0.8; 1.3]	[0.9; 1.0]	
TMT-B time per transition	[2.3; 2.7]	[2.0; 3.1]	

FWT = Five-Word Test; IST = Isaacs Set Test; MMSE- Mini-Mental State Examination; BVRT = Benton Visual Retention Test; TMT = Trail-Making Test.

[a]Minimum and maximum of the 10th percentile of the distribution of each cognitive variable, according to age and education.

[b]Minimum and maximum of the 10th percentile of the distribution of the difference between baseline and the 4-year follow-up or between the 4- and 7-year follow-ups.

Driving Restriction Factors

Three hundred four drivers (58.1%) restricted their driving between the 4- and 10-year follow-ups (147 men (53.8%), 157 women (62.8%)). Driving restrictions over 6 years consisted of 174 kilometer reductions and 130 cessations, including 57 cessations in men (38.8%) and 73 in women (46.5%). Of the 122 decreases noted at 7-year follow-up, cessation followed 33 in the next 2.5 years (25.7%) (15 in men (24.2%), 18 in women (30.0%)).

Table 3 shows the factors that were significantly associated with driving restriction in the multivariate models. In the overall study population, dementia, predementia, and Parkinson's disease were associated with driving restriction. Cognitive factors, such as a low BVRT score, a slow TMT-A execution time, and a severe decline in MMSE performance, were all associated with driving restriction. Socioeconomic factors associated with restriction included being female, being older, and having a low

income. A high number of kilometers previously driven was also a restriction factor, as was the presence of at least one mobility deficit or fear of falling.

In the sex-specific models, predementia, Parkinson's disease, older age, and high number of kilometers previously driven were common factors affecting restriction in both sexes; other restriction factors were sex specific. In men, prevalent dementia, depressive symptomatology, and a decline in one or more IADLs were specific factors. The only cognitive factor was a low BVRT score. The specific restriction factors in women were low income and fear of falling. Slow TMT-A execution time or a severe decline in MMSE performance were cognitive factors specifically associated with driving restriction in women.

DISCUSSION

Women restricted their driving more frequently than men. A higher level of driving cessation in women has already been demonstrated in the same cohort at baseline[38] and in other U.S.[13,14] and Australian[17] prospective studies, but the current results provide a more-comprehensive view of the differences in driving restriction between men and women, taking into account not only driving cessation, but also reduction in kilometers driven. The difference between men and women, although significant, was low (RR = 1.4). A truncation effect on the outcome that included driving cessation can explain this result; 30.1% of women who were still active drivers at aged 60 ceased driving before the 4-year follow-up, versus 14.3% of men. Women may have been able to recognize and admit a decline in their driving performance more easily and may therefore have changed their driving habits accordingly.[11,41] Because they drove less during their lives, it is also possible that they used other modes of transportation to ensure their mobility, which may have facilitated driving restriction.[2,19]

Dementia, predementia, and Parkinson's disease were major factors in driving restriction, regardless of sex. A previous study showed that people with dementia were more likely to have ceased driving during the past 5 years than people who had no CNS pathologies.[38] Several other authors have also found an association between dementia and driving cessation in cross-sectional studies.[27,42,43] In the current study, the fact that the risk associated with driving restriction was higher in the predementia state than in the dementia state was due to the temporality of the variable. Some participants with dementia were no longer part of the population that was at risk of driving restriction because the restriction occurred when they were in a predementia state. This phenomenon was particularly pronounced in women because 17 of the 22 women in a predementia state ceased driving, compared with 10 of the 21 men in the same state. Despite the small number of cases showing the effect of Parkinson's disease on driving restriction, and similar to other studies,[38,44,45] an association that was significant in both sexes was also found. The cognitive factors that explained a driving restriction regardless of sex and independent of CNS diseases were poor visual working memory performance, slow processing speed, and severe decline in global cognitive performance. Other prospective studies described in the literature have shown

Table 3. Factors Significantly Associated with Driving Restriction: Multivariate Analysis

Factor	Overall, N = 523	Men, n = 273	Women, n = 250
	Adjusted Relative Risk (95% Confidence Interval)[a]		
Age (reference 70–74)			
75–79	1.5 (1.1–2.0)	1.5 (1.0–2.2)	1.5 (1.0–2.2)
≥80	3.1 (2.3–4.1)	4.2 (2.7–6.6)	2.4 (1.5–3.7)
Kilometers driven per week (reference 10–50)			
<10	1.5 (1.1–2.2)	1.3 (0.7–2.5)	1.6 (1.0–2.5)
50–100	1.6 (1.1–2.2)	1.6 (1.0–2.7)	1.5 (1.0–2.3)
>100	2.2 (1.6–2.9)	2.3 (1.5–3.4)	2.3 (1.4–3.8)
Female	1.4 (1.1–1.7)	–	–
Monthly income ≤1,500 Euro[b]	1.3 (1.0–1.6)	–	1.4 (1.0–2.0)
≥1 vs <1 mobility deficits	1.8 (1.2–2.6)	–	2.0 (1.2–3.4)
Fear of falling	1.5 (1.1–2.0)	–	1.5 (1.0–2.2)
Depressive symptomatology	–	2.2 (1.2–4.6)	–
Central nervous system pathology			
Predementia	3.0 (1.9–4.7)	3.9 (2.2–7.1)	2.1 (1.1–4.3)
Dementia	2.3 (1.1–4.9)	3.8 (1.5–9.8)	1.0 (0.2–4.1)
Parkinson's disease	4.1 (1.5–11.2)	8.9 (1.1–71.8)	3.1 (1.0–10.1)
Stroke	1.1 (0.6–1.8)	1.4 (0.6–3.0)	1.0 (0.5–2.0)
Trauma	0.8 (0.4–1.4)	1.1 (0.5–2.6)	0.6 (0.3–1.3)
≥1 instrumental activity of daily living deficits	–	2.1 (1.2–3.6)	–
Low Benton Visual Retention Test score	1.8 (1.2–2.7)	2.1 (1.2–3.9)	–
Trail-Making Test Part A, slow time per transition slow[c]	1.4 (1.0–2.0)	–	1.5 (1.0–2.5)
Severe Mini-Mental State Examination decline[d]	1.9 (1.1–3.3)	–	1.8 (1.0–3.3)

[a]Estimated using a Cox model.
[b]~$2,100.
[c]The 10% of the participants with the lowest performances according to age and education level.
[d]The 10% of people with the greatest cognitive decrease between baseline and the 4-year follow-up or between the 4- and 7-year follow-ups.

more-frequent driving cessation in people with cognitive deficits, such as slow processing speed,[21,23,26,46] poor attention and executive performance,[17,23] poor learning and memory capacity,[17] poor abstraction capacity,[17] and poor global cognitive ability.[17,24] The current study found a cognitive effect on driving restriction independent of CNS pathology.

Regarding sex-specific factors, only poor visual working memory performance explained restriction in men, whereas slow processing speed and decrease in global cognitive performance explained restriction in women. The sex-specific cognitive functions associated with driving restriction in the current study are somewhat different from those found in a previous study.[26] Using data from a randomized trial involving cognitive training in a selected North American population, that study showed that slow reaction time and slow perceptual speed were associated with driving cessation in women and poor global cognitive ability in men,[26] although that study focused only on driving cessation factors and did not take kilometer reduction into account.

It is not possible to determine whether the association between poor cognitive performance and driving restriction is due to drivers' awareness of their cognitive deficits or to the effect of these deficits on daily activities, including driving. The effects of cognitive deficits on daily living may be expressed according to a decline in IADLs, which was associated with driving restriction in men in the current study. IADL restrictions have been found to be associated with driving cessation.[24,25] The fact that, at the 4-year follow-up, only 1.1% of women who had one or more IADL restrictions were still active drivers, compared with 9.4% of men may explain the absence of any association in women. This suggests that women with a decline in IADLs had ceased driving before inclusion in this study. This is consistent with a higher degree of driving restriction in the predemented state in women, which is when a slight decline in IADLs may appear.[36]

Fear of falling, a marker of overall perceived health, was associated with driving restriction in women only. This observation seems to be independent of whether participants had fallen in the previous 2 years because this factor was not associated with driving restriction. Physical limitation was also associated with driving restriction in women. A previous study found this result as well.[26] Depressive symptomatology was associated with driving restriction in men, although this factor could be a cause or a consequence of restriction. Driving restriction could have started before the 4-year follow-up and resulted in a depressed state; previous studies have shown that driving cessation can result in a higher risk of depression regardless of sex.[47,48]

The current study found that economic considerations affected driving restriction in women. Those who reported low income restricted their driving more than others. Low income may limit mobility by car because of maintenance and running costs, although a prospective study did not find any association between income and driving cessation in women.[24]

One limit of the current study is that the reduction in the number of kilometers driven may have been underestimated. Some drivers may have reduced the number of kilometers driven while remaining within the same class of kilometers driven. Moreover, the study did not explore other types of regulation, such as avoidance of certain situations or a decrease in driving frequency. Finally, this study was conducted in an urban area. It is possible that the rate of restriction in rural areas may be lower because of a greater need for a car to maintain independence.

CONCLUSION

This study showed that, in France, older women restricted their driving more than older men, regardless of number of kilometers previously driven, physical health, and cognitive status. This study also showed that restriction factors differed according to sex. Moreover, the pattern of results suggests that, when cognitive deficits are present, women cease to drive at an earlier stage on the path to dementia than men.

ACKNOWLEDGMENTS

The 3C Study is conducted under a partnership agreement between the Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, the University Bordeaux 2 Victor Segalen, and Sanofi-Aventis. The Foundation pour la Recherche Médicale funded the preparation and initiation of the study. The 3C Study is also supported by the Caisse Nationale Maladie des Travailleurs Salariés, Direction Générale de la Santé, MGEN, Institut de la Longévité, Conseils Régionaux d'Aquitaine et Bourgogne, Fondation de France, Ministry of Research-INSERM Programme "Cohortes et collections de données biologiques," Agence Nationale de la Recherche ANR PNRA 2006 and Long Vie 2007, and the "Fondation Plan Alzheimer" (FCS 2009–2012).

Conflict of Interest: The editor in chief has reviewed the conflict of interest checklist provided by the authors and has determined that the authors have no financial or any other kind of personal conflicts with this paper.

Author Contributions: Fabrigoule, Lafont: analysis strategy, interpretation of results, critical revision for important intellectual content. Laumon: critical revision for important intellectual content. Helmer: acquisition of data, revision of manuscript. Dit Asse: analysis and interpretation of data, drafting the article.

Sponsor's Role: None.

REFERENCES

1. Cohen JE. Human population: The next half century. Science 2003;302:1172–1175.
2. Rosenbloom S. Is the driving experience of older women changing? Safety and mobility consequences over time. J Transportation Res Board 2006;1956:127–132.
3. Man-Son-Hing M, Marshall SC, Molnar FJ et al. Systematic review of driving risk and the efficacy of compensatory strategies in persons with dementia. J Am Geriatr Soc 2007;55:878–884.
4. Stutts JC. Do older drivers with visual and cognitive impairments drive less? J Am Geriatr Soc 1998;46:854–861.
5. Ross LA, Clay OJ, Edwards JD et al. Do older drivers at-risk for crashes modify their driving over time? J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2009;64B:163–170.
6. Dickerson AE, Molnar LJ, Eby DW et al. Transportation and aging: A research agenda for advancing safe mobility. Gerontologist 2007;47:578–590.
7. Choi M, Adams KB, Kahana E. Self-regulatory driving behaviors: Gender and transportation support effects. J Women Aging 2013;25:104–118.

8. Bauer MJ, Adler G, Kuskowski MA et al. The influence of age and gender on the driving patterns of older adults. J Women Aging 2003;15:3–16.
9. Kostyniuk LP, Molnar LJ. Self-regulatory driving practices among older adults: Health, age and sex effects. Accid Anal Prev 2008;40:1576–1580.
10. Naumann RB, Dellinger AM, Kresnow MJ. Driving self-restriction in high-risk conditions: How do older drivers compare to others? J Safety Res 2011;42:67–71.
11. D'Ambrosio LA, Donorfio LK, Coughlin JF et al. Gender differences in self-regulation patterns and attitudes toward driving among older adults. J Women Aging 2008;20:265–282.
12. Brabyn JA, Schneck ME, Lott LA et al. Night driving self-restriction: Vision function and gender differences. Optom Vis Sci 2005;82:755–764.
13. Kulikov E. The social and policy predictors of driving mobility among older adults. J Aging Soc Policy 2011;23:1–18.
14. Sims RV, Mujib M, McGwin G Jr et al. Heart failure is a risk factor for incident driving cessation among community-dwelling older adults: Findings from a prospective population study. J Card Fail 2011;17:1035–1040.
15. Windsor TD, Anstey KJ, Walker JG. Ability perceptions, perceived control, and risk avoidance among male and female older drivers. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2008;63B:75–83.
16. Oxley J, Charlton J, Scully J et al. Older female drivers: An emerging transport safety and mobility issue in Australia. Accid Anal Prev 2010;42:515–522.
17. Anstey KJ, Windsor TD, Luszcz MA et al. Predicting driving cessation over 5 years in older adults: Psychological well-being and cognitive competence are stronger predictors than physical health. J Am Geriatr Soc 2006;54:121–126.
18. Siren A, Hakamies-Blomqvist L. Private car as the grand equaliser? Demographic factors and mobility in Finnish men and women aged 65+. Traffic Psychol Behav 2004;7:107–118.
19. Hakamies-Blomqvist L. Deconstructing a gender difference: Driving cessation and personal driving history of older women. J Safety Res 2003;34:383–388.
20. Siren A, Hakamies-Blomqvist L, Lindeman M. Driving cessation and health in older women. J Applied Gerontol 2004;23:58–69.
21. Edwards JD, Bart E, O'Connor ML et al. Ten years down the road: Predictors of driving cessation. Gerontologist 2010;50:393–399.
22. O'Connor ML, Edwards JD, Small BJ et al. Patterns of level and change in self-reported driving behaviors among older adults: Who self-regulates? J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2012;67B:437–446.
23. Edwards JD, Ross LA, Ackerman ML et al. Longitudinal predictors of driving cessation among older adults from the ACTIVE clinical trial. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2008;63B:6–12.
24. Choi M, Adams KB, Kahana E. The impact of transportation support on driving cessation among community-dwelling older adults. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2012;67B:392–400.
25. Brayne C, Dufouil C, Ahmed A et al. Very old drivers: Findings from a population cohort of people aged 84 and over. Int J Epidemiol 2000;29:704–707.
26. Choi M, Mezuk B, Lohman MC et al. Gender and racial disparities in driving cessation among older adults. J Aging Health 2012;24:1364–1379.
27. Seiler S, Schmidt H, Lechner A et al. Driving cessation and dementia: Results of the prospective registry on dementia in Austria (PRODEM). PLoS ONE 2012;7:26.
28. The 3C Study Group. Vascular factors and risk of dementia: Design of the Three-City Study and baseline characteristics of the study population. Neuroepidemiology 2003;22:316–325.
29. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. 'Mini-mental state'. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr Res 1975;12:189–198.
30. Benton AL. Test de Rétention Visuelle, Applications Cliniques et Experimentales, 2e Éd. Paris: Les Editions du Centre de Psychologie Appliquée, 1965.
31. Isaacs B, Kennie AT. The Set test as an aid to the detection of dementia in old people. Br J Psychiatry 1973;123:467–470.
32. Reitan RM. Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. Percept Mot Skills 1958;8:271–276.
33. Amieva H, Lafont S, Auriacombe S et al. Analysis of error types in the Trail Making Test evidences an inhibitory deficit in dementia of the Alzheimer type. J Clin Exp Neuropsychol 1998;20:280–285.
34. Dubois B, Touchon J, Portet F et al. Les 5 mots: Une épreuve simple et sensible pour le diagnostic de la maladie d'Alzheimer. Presse Med 2002;31:1696–1699.
35. Katz S, Down TD, Cash HR et al. Progress in the development of the index of ADL. Gerontologist 1970;10:20–30.
36. Peres K, Chrysostome V, Fabrigoule C et al. Restriction in complex activities of daily living in MCI: Impact on outcome. Neurology 2006;67:461–466.
37. Rosow I, Breslau N. A Guttman health scale for the aged. Gerontology 1966;21:556–559.
38. Lafont S, Laumon B, Helmer C et al. Driving cessation and self-reported car crashes in older drivers: The impact of cognitive impairment and dementia in a population-based study. J Geriatr Psychiatry Neurol 2008;21:171–182.
39. Radloff LS, Teri L. Use of the CES-D with older adults. Clin Gerontol 1986;5:119–136.
40. Fuhrer R, Rouillon F. La version française de l'échelle CES-D (Center for Epidemiologic Studies Depression Scale). Description et traduction de l'échelle d'auto-évaluation (in french). Psychiatry Psychobiol 1989;4:163–166.
41. Siren A, Meng A. Older drivers' self-assessed driving skills, driving-related stress and self-regulation in traffic. Traffic Psychol Behav 2013;17:88–97.
42. Foley DJ, Masaki KH, Ross GW et al. Driving cessation in older men with incident dementia. J Am Geriatr Soc 2000;48:928–930.
43. Talbot A, Bruce I, Cunningham CJ et al. Driving cessation in patients attending a memory clinic. Age Ageing 2005;34:363–368.
44. Uc EY, Rizzo M, Johnson AM et al. Real-life driving outcomes in Parkinson disease. Neurology 2011;76:1894–1902.
45. Campbell MK, Bush TL, Hale WE. Medical conditions associated with driving cessation in community-dwelling, ambulatory elders. J Gerontol 1993;48:S230–S234.
46. Ackerman ML, Edwards JD, Ross LA et al. Examination of cognitive and instrumental functional performance as indicators for driving cessation risk across 3 years. Gerontologist 2008;48:802–810.
47. Fonda SJ, Wallace RB, Herzog AR. Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2001;56B:S343–S351.
48. Ragland DR, Satariano WA, MacLeod KE. Driving cessation and increased depressive symptoms. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2005;60A:399–403.

Annexe 9. Article 2 : Gender effect on driving cessation in pre-dementia and dementia: results of the 3C population-based study. Lancet Neurology.

Laetitia Marie dit Asse, MSc ; Colette Fabrigoule, PhD; Catherine Helmer, MD; Bernard Laumon , MD; Claudine Berr, MD; Sophie Auriacombe, MD; Olivier Rouaud, MD; Sylviane Lafont, PhD. Gender effect on driving cessation in pre-dementia and dementia: results of the 3C population-based study. Lancet Neurology.

Gender effect on driving cessation in pre-dementia and dementia: results of the 3C population-based study

Laetitia Marie Dit Asse,[a] Colette Fabrigoule,[b] Catherine Helmer,[c] Bernard Laumon,[d] Claudine Berr,[e] Olivier Rouaud,[f] Sophie Auriacombe,[g] Sylviane Lafont[h]

[b] PhD, USR CNRS 3413, Université Bordeaux Segalen, CHU Pellegrin, 3 Place Amélie- Raba-Léon 33076 Bordeaux cedex – France

[c] MD, Centre INSERM U897-Epidemiologie-Biostatistique, ISPED, 146, rue Léo Saignat, 33076 Bordeaux – France

[d] MD, Département Transport Santé Sécurité; IFSTTAR, 25, avenue François Mitterrand, Case24 Cité des mobilités. F-69675 Bron Cedex – France

[e]: MD, Inserm U1061 - Hôpital La Colombière, Pavillon 42, 39 av. Charles Flahault - B.P. 34493, 34093 Montpellier - Cedex 5 – France

[f]: MD, Centre Mémoire Ressources et Recherche (CM2R), Bocage Central, 14 rue Gaffarel,

BP 77908, 21079 Dijon – France

[g]: MD, Centre mémoire, recherche et ressources (CMRR), CHU de Bordeaux 1 place Amélie Raba-Léon 33076 Bordeaux Cedex – France

[h]: PhD, Unité Mixte de Recherche Epidémiologique et de Surveillance Transport Travail Environnement (UMRESTTE) ; Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR), UMRT 9405, 25, avenue François Mitterrand, Case24 Cité des mobilités. F-69675 Bron Cedex, France ; Université de Lyon, Lyon, France ; Université Lyon1, Lyon, France

The corresponding author:

[a]: MSc, Unité Mixte de Recherche Epidémiologique et de Surveillance Transport Travail Environnement (UMRESTTE) ; Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR), UMRT 9405, 25, avenue François Mitterrand, Case24 Cité des mobilités. F-69675 Bron Cedex, France ; Université de Lyon, Lyon, France ; Université Lyon1, Lyon, France. Email: laetitia.mda@gmail.com; tel:+334 72 14 25 10

BACKGROUND:

Driving is a complex activity calling on sensory, physical and cognitive functions. Normal aging entails a deterioration in these functions, raising doubts as to the driving capacity of elderly drivers, especially when deficits are severe, as in dementia. Most older drivers, and especially women, adapt their driving habits with aging. The present prospective study assessed gender modulation of the aging effect on driving cessation, throughout the dementia process, including the pre-dementia phase.

METHODS:

The study was based on a 3-city cohort of subjects aged 65 years and over in 2000. At inclusion and at 2, 4, 7 and 10 year follow-up, active dementia detection was conducted. The probability of driving cessation was assessed in males and females in the pre-dementia phase and post-diagnosis.

FINDINGS:

Sixty-one percent of the 8,981 participants were active drivers at inclusion, with twice as many males as females. In the pre-dementia phase, both males and females ceased driving earlier than drivers with no CNS pathology ($p<0·001$ in both gender). Females ceased driving earlier than males in this phase. Forty five percent of male and 73% of female driver's license holders had already ceased driving at dementia diagnosis. In contrast, the probability of cessation within 3 years was very similar between male and female subjects (0·41 and 0·46, respectively).

INTERPRETATION:

The present study showed that few drivers were still driving after diagnosis, the majority (especially females) having ceased in the pre-dementia phase or at diagnosis. Those who were driving at diagnosis, although younger and with better performance on the MMSE, certainly need medical accompaniment to adapt driving activity and taker a decision as to cessation.

FUNDING:

No funding.

Introduction

Driving is a complex activity calling on sensory, physical and cognitive functions.[1] On the sensory level, visual acuity, contrast sensitivity, glare tolerance and intact visual field are essential,[2, 3] ensuring basic sensory information regarding place, other vehicles and road users and possible dangers. Physical requirements comprise muscle force and grip for handling the steering-wheel and good head rotation capacity, for example to check blind-spots.[1] The cognitive functions involved are numerous,[1, 4] the most important being attentional processes and executive functions, enabling integration of information, anticipation and preparing adapted sensorimotor and cognitive responses.[5] Driving also requires good working memory to keep relevant information in mind during the decision-making process. And finally, sufficient speed of information processing is necessary to ensure a good functioning. Aging, even when normal, entails a slight deterioration of sensory, motor and cognitive functions with great inter individual variability,[1, 6, 7] raising doubts as to the driving capacity of elderly drivers.[8] However, there would seem to be a phenomenon of effective adaptation of driving behavior to these sensory and physical changes and to most pathologies. Older drivers change their way of driving by reducing driving exposure (i.e., frequency or mileage)[9], avoiding certain driving situations,[10] or ceasing to drive.[11] For many drivers, ceasing to drive is a difficult decision. Driving often determines autonomy and sometimes social role. There are differences between men and women in this regard: numerous studies in the general population reported that elderly women ceased driving earlier than men.[12-20]

The question of driving cessation is particularly important in dementia, cognitive deficits being more severe than in normal aging, with the appearance of memory and executive disorders. Between normal aging and dementia, there is a pre-dementia phase in which cognitive deficits, although less severe than in dementia, can affect driving. Consequently, it is important also to explore the process of driving cessation in the pre-dementia phase. To explore these questions, it is crucial to take account of the effect of gender. In the dementia phase, two studies failed to demonstrate a gender effect on driving cessation after diagnosis of dementia.[21, 22] However, a previous study demonstrated that women limited their driving activity more than men in the phase preceding dementia, in comparison with a population free of CNS pathology.[20] In this study, the outcome was driving restriction, defined either by a reduction in driving distance, or by driving cessation during the follow-up period. The present prospective study, with active detection of dementia, assessed the gender effect on driving cessation according to age, in the pre-dementia phase and after diagnosis.

Method

Study population

The study was based on the 3-city (3C) cohort of subjects aged 65 years and more. The principal objective of the 3C study was to analyze the relation between vascular factors and dementia.[23] Participants were randomly selected from the electoral rolls of 3 French cities (Bordeaux, Dijon and Montpellier). Eligibility criteria were: age ≥65 years, not residing in an institution. All participants were volunteers; no financial payments were made. The inclusion period was March 1999 to March 2001. Data collection procedures were the same at inclusion and at 2, 4, 7 and 10 year follow-up: face-to-face interview with a specially trained psychologist and nurse. The interview included cognitive assessment and, clinical health-status data. A self-administered inclusion questionnaire collected driving information. At follow-up, driving activity questions were included in the general questionnaire. For subjects lost to follow-up, vital status was systematically investigated from birth-place municipal records. The study protocol was approved by the institutional review board of the Kremlin-Bicêtre University Hospital (Paris, France).

Driving activity and age at driving cessation

Whether or not the subject had a driving license was recorded at inclusion. Driving activity and age at cessation were covered in all the questionnaires, at inclusion and follow-up.

Diagnosis of dementia

At inclusion and each follow-up, participants with suspected dementia on the neuropsychological assessment were examined by one of the 3C study's neurologists or geriatricians. Diagnosis was then confirmed on the DSM-IV criteria by an independent committee of neurologists. This procedure, implemented at each follow-up, enabled pre-dementia status to be determined: no dementia at one follow-up but dementia status at the next follow-up (a mean of 2·6 years later). Moreover, pre-demented subjects were free of Parkinson disease, stroke and cerebral trauma inducing ≥24 hours' loss of consciousness.

Global cognitive functioning

Cognitive assessment comprised the Mini-Mental State Examination (MMSE)[24] at each follow-up.

Demographic and socioeconomic factors

Socio-demographic information included living arrangement (alone or not) and education level. No schooling or primary school level was considered equivalent to 0 to 5 years of schooling, CAP/BEP level was considered equivalent to 6 to 11 years of schooling and university level equivalent to 12 or more years of schooling.

Statistical analysis

All analyses were performed for male and female subjects separately. In the cohort as a whole, driving activity was recorded at inclusion. In demented participants, driving activity was recorded at the time of the diagnosis.

The probability of driving cessation according to age was assessed for males and females active drivers with survival curves. The impact of sex on the cessation process was then analyzed, at the pre-dementia phase and after dementia diagnosis. In order to date the dementia diagnosis and thereby define the pre-dementia phase, participants who had not undergone examination before diagnosis of dementia were excluded from these analyses. This included prevalent cases of dementia at inclusion (N=214).

- Cessation probability in a pre-dementia phase was compared to that for aging without CNS pathology during follow-up.
- Cessation probability for incident dementia subjects was assessed according to the interval (in years) between age at diagnosis and age at driving cessation; or age at the end of follow-up for subjects who did not cease driving.

The various driving cessation probabilities with their 95% confidence intervals were assessed on Cox proportional risk regression models with age as time-scale. The comparisons between means of 2 groups (male vs. female, drivers vs. ex-drivers) were performed with Student t-tests. Analyses were conducted using SAS software version 9.2 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

Results

Description of population

The study population comprised all participants with complete driving data (N=8,981). Three hundred thirteen were excluded because incomplete driving data. The mean age of participants was 74·2 years (SD=5·6), with 39·8% males. 4·6% of men were not driving licensed holders, 87·0% drove at inclusion and 8·4% had already ceased driving. The proportions were respectively 34·1%, 44·3%, and 21·6% in women.

One hundred and seventy seven of the 8,981 subjects had dementia at inclusion: 93 female, 84 male. Over the 10-year follow-up period, 768 cases of incident dementia were diagnosed, known to be free of dementia at the previous study time point. In 743 of these 768 cases, dementia-free status prior to diagnosis was certain (275 male, 468 female), and 508 were driving licensed holders (68·4 %).

Driving activity in male and female subjects aged 65 years and more

The rate of active drivers in men and women were strongly different: 91·2% of male license-holders were driving at inclusion, versus only 67·2% of females [Table 1]. The rate of active driving fell with age in men as in women,.

Driving cessation in male and female subjects aged 65 years and more

5,254 drivers at inclusion were followed up at least once over the 10-year study period. They had a mean age of 72·9 years (SD=4·9), with 54·7% males, and 85·9% were free of dementia and other CNS pathology over the 10 years of follow-up.

The probability of driving cessation increased strongly with age in men as in women, [Figure 1]. Female subjects showed a higher probability of driving cessation than males at all ages ($p<0.001$). By the age of 85, more than half the female subjects driving at inclusion had ceased, compared to just one-third of males.

Driving activity at diagnosis of dementia

60·0% of the 508 demented license holders had already ceased driving at diagnosis: 45·4% of males and 73·3% of females (Table 2). Subjects with dementia who were driving at diagnosis had better MMSE (Mini Mental State Examination) scores than those who had ceased driving ($p<0·001$), in both male ($p=0·01$) and female subjects ($p<0·001$).

Driving cessation in the pre-dementia phase

67·5% of the 114 demented males who had already ceased driving at diagnosis had done so during the pre-dementia phase. The corresponding rate was 40·9% in the 137 female subjects. The average time between age at driving cessation and age at dementia diagnosis was 2·5 years (SD = 2·0) in males and 4·1 years (SD = 2·5) in females. In males as in females, the probability of cessation in the pre-dementia phase increased more strongly with age than those without CNS pathology. [Figure 3] In the pre-dementia phase, the probability of driving cessation was, however, higher in female than in male subjects at all ages: the probability of cessation by the age of 85 years was 0·78 in female subjects with pre-dementia and 0·53 in males.

Driving cessation according to the interval (in years) after diagnosis

This assessment was performed on the 91 subjects with incident dementia who were still driving at the time of diagnosis and were followed up at least once after diagnosis. One hundred and twelve subjects with dementia were not included in this analysis: 35 diagnosed at 10-year follow-up (last follow-up, precluding analysis); 19 deceased; 46 refusing further follow-up; 11 lost to follow-up; and 1 failing to report driving status.

The 91 subjects with dementia driving at diagnosis and with at least 1 follow-up comprised 61 male and 30 female subjects. Drivers with dementia not included in this analysis were slightly older at diagnosis (mean=80·6 years, SD=4·6, vs. mean=79·2, SD=5·3; p=0·04), and had lower MMSE scores at time of diagnosis (mean=22·5, SD=2·6, vs. mean=23·5, SD=2·4; p=0·01).

Twenty-nine of the 61 males ceased driving during follow-up, and 11 died with active driving status at their last follow up exam. Fifteen of the 30 female subjects ceased driving during follow-up, and 1 died with active driving status. One year after diagnosis of dementia, driving status was not known for 13 males and 9 females, 3 years later for 4 males and 1 female, and 5 years later for 6 males and 3 females.

In male subjects, the probability of cessation of driving was 0·26 (95% CI: 0·15-0·36) within 1 year of diagnosis of dementia, 0·41 (95% CI: 0·24-0·54) within 3 years and 0·63 (95% CI: 0·40-0·77) within 5 years, compared to 0·27 (95% CI: 0·10-0·41), 0·46 (95% CI: 0·21-0·63) and 0·64 (95% CI: 0·28-0·82) respectively in females.

Age, gender, educational level, life-style and MMSE of demented participants who still driving 3 years after diagnosis were presented in Table 3.

Discussion

In 2000, in a population of almost 10,000 driving licence holders living at home, with a mean age of 74 years, the proportion of active drivers was 61%, with twice as many males as females. In subjects driving at inclusion, the probability of driving cessation during follow-up significantly increased with age and was higher in female subjects. In the pre-dementia phase, male as female subjects ceased driving earlier than drivers with no CNS pathology. This did not cancel out the gender effect on driving cessation: even in the pre-dementia phase, female subjects ceased driving earlier than males. This accounts for the difference in rates of driving at time of diagnosis between male and female license holders: 55% and 27% respectively. In contrast, the gender effect disappeared after diagnosis, the probability of cessation within 3 years being very similar in male and female subjects (0·41 and 0·46, respectively).

This modulation of the age effect on driving cessation by gender confirms the literature data. [12-20] Cultural and social factors may explain this gender effect:[25] the cultural image of the car as a symbol of speed, youth and masculinity may induce a highly masculinized use of motor vehicles;[26] other authors suggest that women may be more inclined to admit deterioration in their driving performance and to change their habits.[27, 28]

The originality of the present results lies in assessing the probability of driving cessation in the pre-dementia phase. It is important to note that pre-dementia affects the age of driving cessation in both males and females compared to drivers without CNS pathology. However, as in a previous study, we showed a greater rate of driving cessation of females than males in the pre-dementia phase and before.[20] These findings resulted in higher rates of active driving at diagnosis in males than in females. As in the present study, the literature reports a gender effect on driving cessation at diagnosis of dementia. Herrmann et al. found a sex ratio of about 2 for active driving in an early dementia population slightly younger than the present cohort (mean=77 years).[22] Seiler et al. reported a lower sex-ratio, of about 1.4, again in a slightly younger early dementia population (mean age, 74 years).[29]

After diagnosis, studies which, like the present, use survival curves to study gender effects confirm the absence of gender-related difference. Herrmann et al. found a cessation probability of 0·72 within a mean 3 years of diagnosis, with no significant difference according to gender.[22] In a retrospective study, Gilley et al. found a cessation probability of 0·60 3 years after the first signs of dementia, again with no significant difference according to gender.[21]

One limitation of the present study was the small number of subjects with dementia followed after diagnosis, with consequently imprecise estimation of cessation probability, especially 5 years after diagnosis. This phenomenon is, however, frequent in population-based studies. Moreover, the information provided to subjects at diagnosis and any advice given as to the impact of the disease on driving capacity was not known. A strong point of the study was, however, an active diagnosis of dementia at each follow-up in all participants, thus identifying cases undiagnosed by the usual medical doctors, diagnosis being unknown in nearly half of cases.[30] Our results are probably more representative of the driving cessation process than are clinical samples.

Conclusion

The present study showed that few demented subjects continue to drive after diagnosis, the majority, and especially females, ceasing in the pre-dementia stage or at diagnosis. Demented subjects still driving at diagnosis were younger and with better performance on the MMSE, but there nevertheless is certainly a need for physicians to assist them in adapting this activity and prepare them to stop driving.

Acknowledgments

The Three-City study is conducted under a partnership agreement between the Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM), the University Bordeaux 2 Victor Segalen and Sanofi-Aventis. The Fondation pour la Recherche Médicale funded the preparation and initiation of the study. The Three-City study is also supported by the Caisse Nationale Maladie des Travailleurs Salariés, Direction Générale de la Santé, MGEN, Institut de la Longévité, Conseils Régionaux d'Aquitaine et Bourgogne, Fondation de France, Ministry of Research-INSERM Programme "Cohortes et collections de données biologiques", Agence Nationale de la Recherche ANR PNRA 2006 and LongVie 2007, and the "Fondation Plan Alzheimer" (FCS 2009-2012). The funding source had no involvement to our work.

All authors have contributed significantly to the work. Colette Fabrigoule and Sylviane Lafont contributed to the analysis strategy, the interpretation of results and revised the work critically for important intellectual content. Bernard Laumon revised it critically for important intellectual content. Catherine Helmer, Claudine Berr, Sophie Auriacombe, and Olivier Rouaud contributed to the acquisition of data and revised the manuscript. Laetitia Marie dit Asse contributed to the analysis and interpretation of data, and drafted the article. This manuscript has not been published, considered for publication, or sent to be considered for publication elsewhere. I state on behalf of all authors that all potential conflicts of interests have been disclosed.

Table 1. Driving activity in the license-holders of the 3C cohort participants at inclusion, N=7,203

	Ex-drivers	**Active drivers**	**N**
Men, N	308 (8·8)	3,174 (91·2)	3,482
Age, mean (SD)	79·3 (6·7)	73·5 (5·1)	74·1 (5·5)
Age: < 75	4·2	95·8	2,127
75-79	8·5	91·5	862
80-84	22·1	77·9	316
≥ 85	42·9	57·1	177
Women, N	1,220 (32·8)	2,501 (67·2)	3,721
Age, mean (SD)	75·5 (5·9)	72·5 (4·5)	73·5 (5·2)
Age: < 75	24·7	75·3	2,392
75-79	41·1	58·9	939
80-84	53·6	46·4	263
≥ 85	80·3	19·7	127

Figure 1: Probability of driving cessation according to age in men and women (CI 95%)

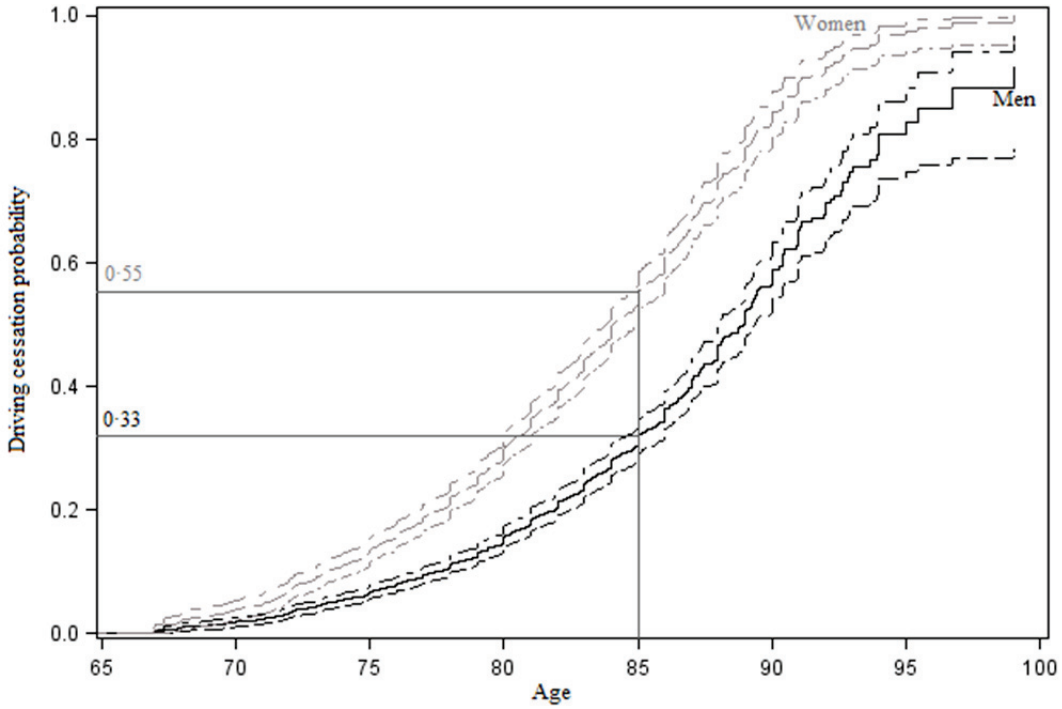


Table 2. Driving activity at diagnosis of dementia in license holders, N=508

At dementia diagnosis	Ex-drivers	Active drivers	N
Men, N(%)	**114 (45·4)**	**137 (54·6)**	**251**
Age, mean (SD)	84·7 (5·8)	80·2 (5·1)	82·4 (5·8)
Age : < 75	23·1	76·9	26
75-79	27·9	72·1	61
80-84	43·8	56·2	80
≥ 85	66·7	33·3	84
MMSE score, mean (SD)	22·1 (3·4)	23·3 (2·7)	
Women, N(%)	**181 (73·3)**	**66 (26·7)**	**247**
Age, mean (SD)	83·9 (5·5)	79·4 (4·7)	83·5 (5·5)
Age : < 75	50·0	50·0	20
75-79	58·3	41·7	60
80-84	73·9	26·1	92
8≥ 85	91·8	10·6	85
MMSE score, mean (SD)	21·9 (4·0)	22·4 (2·1)	

Figure 2: Probability of driving cessation according to pre-dementia status

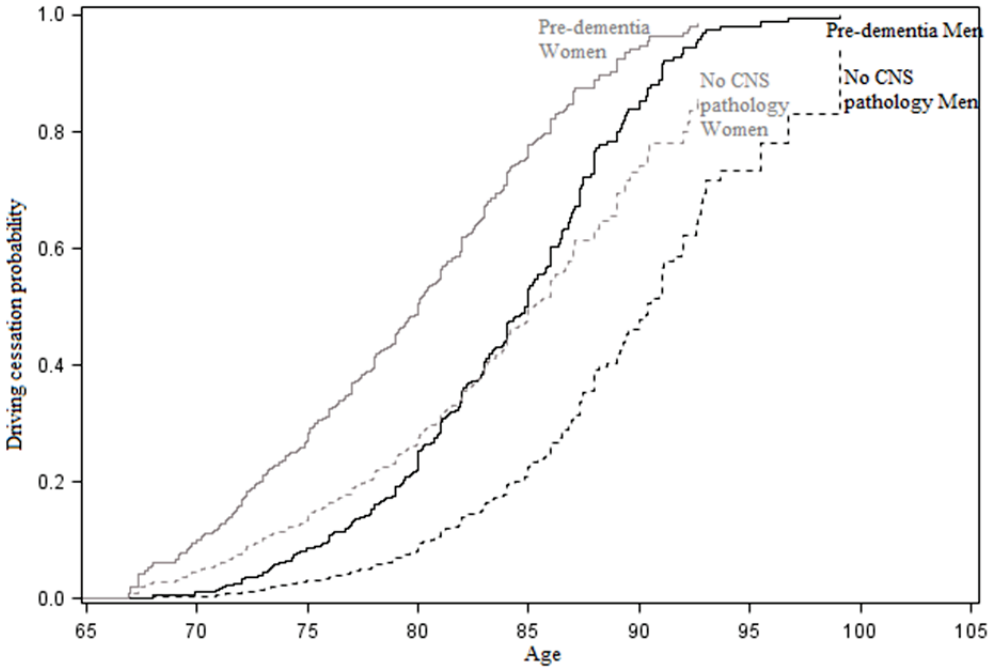


Figure 3: Probability of driving cessation after diagnosis of dementia, men= 61 and women=30

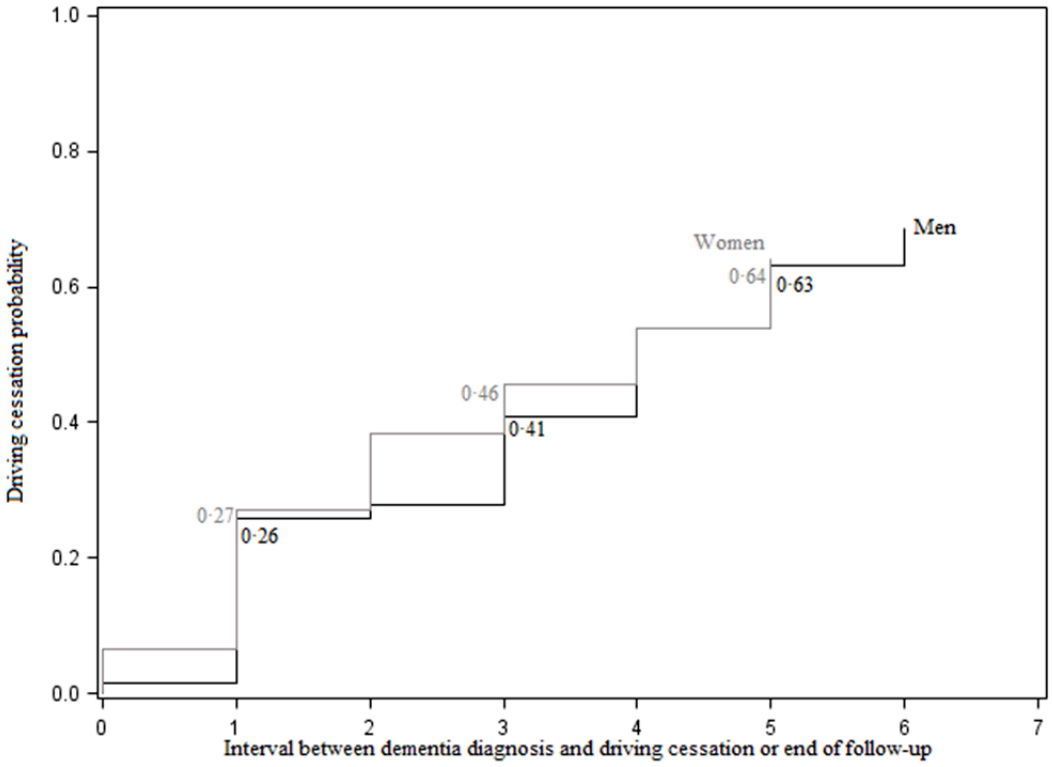


Table 3. Characteristics of drivers 3 years after the dementia diagnosis, N= 23

	Men **N=16**	**Women** **N=7**
Age at diagnosis, mean (SD)	77·0 (5·7)	76·7 (6·3)
Education, N		
0 to 5 years of schooling	7	4
6 to 11 years of schooling	4	0
12 or more years of schooling	5	3
Living alone, N	1	3
MMSE at diagnosis, mean (SD)	24·0 (2·7)	24·0 (2·3)

1 Anstey KJ, Wood J, Lord S, et al. Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. Clin Psychol Rev 2005;**25**:45-65.

2. Anstey KJ, Horswill MS, Wood JM, et al. The role of cognitive and visual abilities as predictors in the Multifactorial Model of Driving Safety. Accident Analysis & Prevention 2012;**45**:766-774.

3. Higgins KE, Wood JM. Predicting components of closed road driving performance from vision tests. Optom Vis Sci 2005;**82**:647-656.

4. Carr DB, Duchek JM, Meuser TM, et al. Older adult drivers with cognitive impairment. American Family Physician 2006;**73**:1029-1034.

5. Adrian J, Postal V, Moessinger M, et al. Personality traits and executive functions related to on-road driving performance among older drivers. Accident Analysis & Prevention 2011;**43**:1652-1659.

6. Jacqmin-Gadda H, Fabrigoule C, Commenges D, et al. A 5-Year Longitudinal Study of the Mini-Mental State Examination in Normal Aging. American Journal of Epidemiology 1997;**145**:498-506.

7. Bron AJ. Loss of vision in the ageing eye. Age and Ageing 1997;**26**:159-162.

8. Man-Son-Hing M, Marshall SC, Molnar FJ, et al. Systematic review of driving risk and the efficacy of compensatory strategies in persons with dementia. J Am Geriatr Soc 2007;**55**:878-884.

9. Stutts JC. Do older drivers with visual and cognitive impairments drive less? J Am Geriatr Soc 1998;**46**:854-861.

10. Ross LA, Clay OJ, Edwards JD, et al. Do older drivers at-risk for crashes modify their driving over time? J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 2009;**64**:163-170.

11. Dickerson AE, Molnar LJ, Eby DW, et al. Transportation and aging: a research agenda for advancing safe mobility. Gerontologist 2007;**47**:578-590.

12. Unsworth CA, Wells Y, Browning C, et al. To continue, modify or relinquish driving: findings from a longitudinal study of healthy ageing. Gerontology 2007;**53**:423-431.

13. Anstey KJ, Windsor TD, Luszcz MA, et al. Predicting driving cessation over 5 years in older adults: psychological well-being and cognitive competence are stronger predictors than physical health. J Am Geriatr Soc 2006;**54**:121-126.

14. Sims RV, Mujib M, McGwin G, Jr., et al. Heart failure is a risk factor for incident driving cessation among community-dwelling older adults: findings from a prospective population study. J Card Fail 2011;**17**:1035-1040.

15. Choi M, Mezuk B, Lohman MC, et al. Gender and racial disparities in driving cessation among older adults. Journal Aging Health 2012;**24**:1364-1379.

16. Chipman ML, Payne J, McDonough P. To drive or not to drive: the influence of social factors on the decisions of elderly drivers. Accident Analysis & Prevention 1998;**30**:299-304.

17. Freund B, Szinovacz M. Effects of cognition on driving involvement among the oldest old: variations by gender and alternative transportation opportunities. Gerontologist 2002;**42**:621-633.

18. Lafont S, Laumon B, Helmer C, et al. Driving cessation and self-reported car crashes in older drivers: the impact of cognitive impairment and dementia in a population-based study. J Geriatr Psychiatry Neurol 2008;**21**:171-182.

19. Ross LA, Anstey KJ, Kiely KM, et al. Older drivers in Australia: trends in driving status and cognitive and visual impairment. J Am Geriatr Soc 2009;**57**:1868-1873.

20. Marie Dit Asse L, Fabrigoule C, Helmer C, et al. Automobile driving in older adults: factors affecting driving restriction in men and women. J Am Geriatr Soc 2014;**62**:2071-2078.

21. Gilley DW, Wilson RS, Bennett DA, et al. Cessation of driving and unsafe motor vehicle operation by dementia patients. Arch Intern Med 1991;**151**:941-946.

22. Herrmann N, Rapoport MJ, Sambrook R, et al. Predictors of driving cessation in mild-to-moderate dementia. Cmaj 2006;**175**:591-595.

23. The 3C Study Group. Vascular Factors and Risk of Dementia: Design of the Three-City Study and Baseline Characteristics of the Study Population. Neuroepidemiology 2003;**22**:316-325.

24. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-mental state”: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research 1975;**12**:189-198.

25. Choi M, Adams KB, Kahana E. Self-regulatory driving behaviors: gender and transportation support effects. Journal of Women Aging 2013;**25**:104-118.

26. Siren A, Hakamies-Blomqvist L. Sense and sensibility. A narrative study of older women’s car driving. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2005;**8**:213-228.

27. D'Ambrosio LA, Donorfio LK, Coughlin JF, et al. Gender differences in self-regulation patterns and attitudes toward driving among older adults. Journal of Women Aging 2008;**20**:265-282.

28. Siren A, Meng A. Older drivers’ self-assessed driving skills, driving-related stress and self-regulation in traffic. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 2013;**17**:88-97.

29. Seiler S, Schmidt H, Lechner A, et al. Driving cessation and dementia: results of the prospective registry on dementia in Austria (PRODEM). PLoS One 2012;**7**:26.

30. Helmer C, Barberger-Gateau P, Letenneur L, et al. Subjective health and mortality in French elderly women and men. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci 1999;**54**:S84-92.