



Recherche sur les relations pouvant exister
entre la qualité du vieillissement et la
fréquence des accidents de la route

Rapport de fin d'étude

(Subvention n° 50 3087 Fondation MAIF)

*Centre d'Etudes de Physiologie Appliquée
du CNRS*

Strasbourg

Avril 2003

Responsable scientifique de l'étude :

Alain MUZET (Directeur de Recherche CNRS)

Personnes ayant rédigé le rapport :

Alain HOEFT (Ingénieur d'étude CNRS)

Michèle MOESSINGER (Docteur en Psychologie)

Alain MUZET (Directeur de recherche CNRS)

Thierry PEBAYLE (Ingénieur de recherche CNRS)

Personnes ayant participé à l'étude :

Yannick ANDERSEN (Assistante de recherche)

Nadia ANTONI (Assistante de recherche)

Frédéric ILDAROLU (Assistant de recherche)

Maxime JULIEN (Assistant de recherche)

Elina LAMBILLOTTE (Assistante de recherche)

Bruno MAMANN (Assistant de recherche)

Anne Cécile SCHIEBER (Assistante de recherche)

Référence du rapport :

MOESSINGER M., MUZET A., PEBAYLE T., HOEFT A. (2003)

Recherche sur les relations pouvant exister entre la qualité du vieillissement et la fréquence des accidents de la route.

Rapport de fin d'Etude, Convention avec la Fondation MAIF n° 50 3087, CEPA, CNRS, 124 pages.

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	6
2.	MATERIEL ET METHODES	11
2.1.	La procédure de sélection	11
2.2.	Les sujets	11
2.3.	L'examen médical	12
2.4.	L'examen neuropsychologique	12
2.4.1.	Le temps de réaction	13
2.4.2.	La WAIS	13
2.4.3.	La NorSDSA	14
2.4.4.	Le Trail Making Test	14
2.4.5.	Le Stroop Test	15
2.5.	Le questionnaire de conduite	15
2.6.	La simulation de conduite	16
2.6.1.	Le dispositif PAVCAS	16
2.6.2.	Le circuit	16
2.6.2.1.	<i>Le découpage du circuit en fonction des rayons de courbure</i>	17
2.6.2.2.	<i>Le découpage du circuit en fonction des zones critiques</i>	19
2.6.3.	Description des zones critiques	19
2.6.3.1.	<i>Courbe en S</i>	19
2.6.3.2.	<i>Panneau de vitesse limitée à 90 km/h pour les poids lourds</i>	20
2.6.3.3.	<i>Suivi de véhicules</i>	20
2.6.3.4.	<i>Dépôts latéraux</i>	20
2.6.3.5.	<i>Réactions à diverses mises en situation</i>	20
2.6.4.	Les performances de conduite	21
2.6.4.1.	<i>Les mesures considérées sur l'ensemble du circuit</i>	21
2.6.4.2.	<i>Les mesures effectuées dans les zones critiques</i>	22
2.7.	Les mesures subjectives	24
2.7.1.	Le questionnaire d'anxiété/Dépression	24
2.7.2.	L'évaluation de la charge mentale	25
2.7.3.	Les évaluations subjectives concernant la conduite	25
2.8.	Le protocole expérimental	25
2.9.	Les analyses statistiques	26
2.10.	Les hypothèses sur les effets recherchés	27
2.10.1.	Données neuropsychologiques	27
2.10.2.	Données du questionnaire de conduite	27
2.10.3.	Données de conduites	28
2.10.4.	Données subjectives	29

3.	RESULTATS	31
3.1.	La sélection des sujets	31
3.2.	L'examen neuropsychologique	33
3.2.1.	Le temps de réaction	33
3.2.2.	La WAIS	33
3.2.3.	La NorSDSA	36
3.2.4.	Le Trail Making Test	40
3.2.5.	Le Stroop Test	41
3.3.	Le questionnaire de conduite	43
3.3.1.	Généralités	43
3.3.2.	L'utilité de la voiture au quotidien	45
3.3.3.	Les difficultés relevées lors de la conduite	49
3.3.4.	Les comportements en conduite	51
3.3.5.	L'accidentologie	53
3.3.6.	L'estimation de soi et des autres	54
3.3.7.	La perception du risque	56
3.4.	Les traitements préliminaires des données de conduite	57
3.4.1.	La vitesse moyenne	57
3.4.2.	La fréquence par minute des ajustements de la vitesse	57
3.4.3.	L'amplitude moyenne des ajustements de la vitesse	58
3.4.4.	La position latérale moyenne	58
3.4.5.	La fréquence par minute des ajustements de la position latérale	59
3.4.6.	L'amplitude moyenne des ajustements de la position latérale	59
3.5.	Les performances de conduite	60
3.5.1.	La vitesse moyenne	60
3.5.2.	La fréquence par minute des ajustements de la vitesse	62
3.5.3.	L'amplitude moyenne des ajustements de la vitesse	64
3.5.4.	La position latérale moyenne	66
3.5.5.	La fréquence par minute des ajustements de la position latérale	69
3.5.6.	L'amplitude moyenne des ajustements de la position latérale	72
3.5.7.	Mesures dans les zones critiques	74
3.5.7.1.	<i>Courbe en S</i>	74
3.5.7.2.	<i>Panneau de vitesse limitée à 90 km/h pour les poids lourds</i>	76
3.5.7.3.	<i>Suivi de véhicules</i>	78
3.5.7.4.	<i>Déports latéraux</i>	79
3.5.7.5.	<i>Réactions à diverses mises en situation</i>	84
3.6.	Les mesures subjectives	86
3.6.1.	Le questionnaire d'anxiété/Dépression	86
3.6.2.	L'évaluation de la charge mentale	86
3.6.3.	Les évaluations subjectives concernant la conduite	87

4.	DISCUSSION	89
4.1.	Réflexions à propos du recrutement	89
4.2.	L'examen neuropsychologique	90
4.3.	La conduite automobile quotidienne	92
4.3.1.	Généralités	92
4.3.2.	L'utilité de la voiture au quotidien	93
4.3.3.	Les difficultés relevées lors de la conduite	94
4.3.4.	Les comportements en conduite	95
4.3.5.	L'accidentologie	95
4.3.6.	L'estimation de soi et des autres	95
4.3.7.	La perception du risque	96
4.4.	Les mesures subjectives en relation avec la conduite du simulateur	96
4.4.1.	Les états affectifs d'anxiété et de dépression	96
4.4.2.	L'évaluation de la charge mentale	
4.4.3.	L'évaluation subjective concernant la conduite	
4.5.	Les comportements en conduite automobile simulée	
4.5.1.	L'interaction des indices de vitesse et de position latérale	
4.5.2.	La différenciation des types de route	
4.5.3.	L'analyse de comportements ponctuels dans l'interaction avec l'environnement routier et les autres usagers	100
4.5.3.1.	<i>Mise en évidence des stratégies adaptatives</i>	100
4.5.3.2.	<i>Discussion des comportements lors des dépôts latéraux</i>	101
5.	CONCLUSIONS	105
6.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	106
7.	ANNEXES	
Annexe 1	Calendrier de l'avancement des travaux	110
Annexe 2	Présentation de la NordSDSA	111
Annexe 3	Profil du circuit	113
Annexe 4	Schéma du gabarit de la chaussée	114
Annexe 5	Descriptif du circuit et des zones critiques	115
Annexe 6	Questionnaire anxiété/dépression	116
Annexe 7	Nasa TLX	117
Annexe 8	Questionnaire d'évaluations subjectives	120
Annexe 9	Planning de la séance expérimentale	122
Annexe 10	Récapitulatif des accidents	123

1. INTRODUCTION

Les hypothèses posées par rapport aux difficultés rencontrées en conduite automobile par les sujets âgés s'articulent autour de trois axes : (1) la statistique sur les accidents, (2) les exigences de la tâche de conduite et (3) les altérations psychophysiologiques associées au vieillissement (Assailly, 2000). Les problèmes associés aux conducteurs âgés dans ces trois domaines, ne peuvent s'abstraire de l'évidence de la question démographique du vieillissement de la population des pays industrialisés.

En France, 16,1% des personnes ont plus de 65 ans et d'ici 2030, ce taux atteindra 25,8% ; dans le même temps, des études projectives prévoient une augmentation de 60% des conducteurs âgés. En 2030, une personne sur quatre sera âgée de plus de 65 ans et la population des plus de 80 ans, présentant le taux de croissance le plus fort, triplera d'ici 2050. Actuellement, dans les pays de l'OCDE, 82,7% des hommes et 39,4% des femmes entre 65 et 74 ans possèdent un permis de conduire. La variabilité selon les pays est faible chez les hommes (entre 71 et 92%), et très forte chez les femmes (entre 7 et 73%)¹. Parallèlement à l'augmentation du nombre de conducteurs dans les futures cohortes de personnes âgées, la disparité hommes/femmes devrait s'estomper. Une étude anglaise révèle que sur la période 1995/96, 82% des hommes et 34% des femmes entre 65 et 69 ans possédaient un permis de conduire, alors que sur la période 1996/98, ces taux sont respectivement de 90 et 73% chez les 40 à 49 ans. Ces données se profilent dans plusieurs pays membres de l'OCDE (OCDE, 2001).

Dans le contexte actuel de vieillissement de la population des pays industrialisés, il sera nécessaire d'en considérer les retombées économiques considérables, celles-ci modifieront certainement le regard social que nous projetons actuellement sur le troisième âge. En effet, dans cette problématique, un facteur non négligeable est la baisse de la natalité qui, réduisant le nombre des actifs, va inévitablement réduire les ressources disponibles, notamment pour la prise en charge des individus âgés. L'objectif est donc de garder cette population active plus longtemps, et surtout favoriser l'indépendance de l'individu. La population âgée actuelle est caractérisée par son hétérogénéité. Les années à venir pourraient voir émerger de l'ensemble de cette population, une fraction plus importante de personnes saines et actives, qui continueront à exercer une activité professionnelle, ne présenteront pas d'inaptitudes à la conduite, auront la capacité d'assumer le financement d'une voiture et revendiqueront, au même titre que les populations plus jeunes, le droit de la conduire (OCDE, 2001). Soyons attentifs au fait que déjà dans son rapport de 1985, l'OCDE considère que la mobilité ainsi que l'utilisation des moyens de transport individuels et collectifs sont à considérer comme des droits pour les personnes âgées. Il ne doit pas exister de prérogative de classe d'âge aux déplacements des individus que se soit en termes de besoins et/ou d'aptitudes (OCDE, 1985).

Les accidents impliquant des conducteurs âgés ne constituent qu'une faible proportion de l'ensemble des accidents (Lundberg, Johansson, et al., 1997). Cependant, si l'on définit le risque comme le rapport du nombre d'accidents au nombre de kilomètres parcourus, il augmente effectivement après 70 ans. Cette augmentation s'intensifie chez les plus de 80 ans. Pourtant, si le taux des accidents des personnes âgées est supérieur à celui des plus jeunes par kilomètre parcouru, il est moins important *per capita* (c'est-à-dire par conducteur). Ce sont les

¹ Ces données sont indicatives d'une moyenne sur plusieurs pays. Elles ont été calculées d'après les chiffres du rapport 2001 de l'OCDE, tableau 2.1, page 32 (version française).

personnes d'âge moyen (40-54 ans) qui présentent le risque le moins important et les personnes jeunes, le risque le plus important (Cerrelli, 1989 ; Stutts, Stewart, et al., 1998).

Une comparaison très schématique de l'accidentologie des jeunes et des âgés montre qu'elle est en miroir (Assailly, 2000). L'accident du sujet jeune arrive en fin de semaine ou la nuit, en courbe, souvent un seul véhicule est impliqué, l'alcoolémie est positive et on relève la prise de drogues illicites. L'accident du sujet âgé arrive le jour, en intersection, plusieurs véhicules sont impliqués, l'alcoolémie est négative et on ne relève pas la présence de drogues illicites ; les conditions météorologiques sont bonnes et l'accident se passe en dehors des heures de pointe (Cooper, 1990).

Les conducteurs âgés sont souvent considérés comme responsables de leurs accidents ; à 74% pour les plus de 65 ans contre 39% chez les 26/40 ans. Chez les conducteurs âgés, il s'agit le plus souvent d'une inattention et/ou d'un défaut de perception et ils présentent moins souvent des manœuvres d'évitement (seulement 26,8%) que les sujets jeunes (55,4%) - (Hakamies-Blomqvist, 1993). Les conducteurs de plus de 75 ans sont responsables à 80% des accidents dans lesquels ils sont impliqués contre 50% chez les moins de 65 ans (Cooper, 1990).

Ces constatations sont habituellement interprétées comme le signe d'une augmentation de leur risque personnel consécutif au déclin de leurs capacités. Cette interprétation est peut être biaisée comme le souligne Hakamies-Blomqvist. Par exemple, il serait intéressant de s'interroger quant à la distribution de la responsabilité aux deux conducteurs impliqués, notamment pour les accidents aux intersections. En effet, le style défensif de conduite des personnes âgées (lent, prudent...) donne à l'autre conducteur, potentiellement en faute, le temps de récupérer d'une erreur et donc d'éviter la responsabilité de l'accident. En conséquence, se sont, le plus souvent, les conducteurs âgés qui se voient attribuer la responsabilité de l'accident (Hakamies-Blomqvist, 1993).

Il convient donc d'être prudent dans l'interprétation du "sur-risque" attribué aux sujets âgés. Par exemple, les études sont transversales et l'effet de l'âge pourrait être partiellement expliqué par un effet de cohorte : les générations précédentes, vivant dans des environnements sociaux et routiers différents, avaient des taux d'accidents plus importants (Assailly, 2000). Si certains travaux relatent une augmentation du taux d'accidents des conducteurs de plus de 75 ans, taux équivalent à celui des jeunes entre 18 et 25 ans, d'autres auteurs présupposent ces valeurs erronées en partie parce que le facteur d'exposition au risque utilisé, n'est pas pertinent (Hakamies-Blomqvist, 1998 ; Janke, 1991). En effet, comme le souligne Hakamies-Blomqvist *"there is the eternal problem of accident as outcome measure"* (Hakamies-Blomqvist et Peters, 2000). La cause d'un accident est toujours multi-factorielle et cette variable est donc trop imprécise pour des rapprochements de causalité. Ceci est d'autant plus vrai qu'elle est utilisée sur des populations présentant des atteintes neurologiques, elles-mêmes hétérogènes. Il n'existe d'ailleurs aucune modélisation satisfaisante de la conduite automobile pouvant rendre compte de l'accidentologie (British Psychological Society, 2001). L'indice de gravité des accidents croît linéairement avec l'âge (Assailly, 2000), plus les personnes sont âgées, moins elles sont résistantes aux chocs et aux conséquences d'un accident ; elles sont donc sur-représentées dans les accidents mortels, sans qu'elles représentent un danger plus important pour la sécurité des autres usagers de la route (Hakamies-Blomqvist et Peters, 2000). Les effets de cet indice sont déjà sensibles chez les plus de 65 ans et ils sont particulièrement importants après 80 ans (Cerrelli, 1989 ; Mc Coy, Johnstone, et al., 1989). Alors que le nombre total de décès diminue dans la population totale des personnes possédant un permis, celui des sujets de plus de 65 ans augmente (Barr, 1991 ;

Zhang, Fraser, et al., 1998). Il faut aussi remarquer que la proportion des permis de conduire a augmenté parallèlement plus chez les personnes les plus vulnérables (65/69 ans : 26%, plus de 70 ans : 49%) - (Barr, 1991). Pour toutes ces raisons, il est important, lorsque l'on parle d'augmentation du risque dans cette population, de savoir à quel indicateur l'on se réfère.

Malgré toutes ces constatations, l'hypothèse d'un risque augmenté du conducteur âgé perdure et explique la volonté des gouvernements à généraliser une procédure de contrôle systématique dans une optique d'évaluation de leur capacité à conduire. Les effets de telles procédures, déjà appliquées, sous des modalités diverses, dans plusieurs pays industrialisés, restent à évaluer, mais, l'on sait déjà que les retombées bénéfiques escomptées ne sont pas toujours observées (Hakamies-Blomqvist, Johansson, et al., 1996). Ces procédures sont donc à l'heure actuelle encore sujette à polémique et leur application n'est pas préconisée par les chercheurs évoluant dans ce domaine.

La conduite automobile est étroitement liée aux performances neuropsychologiques et comportementales. Pour la personne âgée, la complexité de la tâche réside essentiellement dans les interactions où alternent des automatismes à faible pression temporelle et des actions volontaires, à forte pression temporelle et dans son aspect multi-tâches.

On distingue trois classes de conducteurs pouvant constituer des groupes à risque et dont la proportion va augmenter de façon sensible dans les années à venir : (1) les femmes : actuellement, les femmes âgées sont bien moins nombreuses que les hommes à conduire. Plusieurs études soulignent des problèmes rencontrés en conduite automobile par les femmes (Hakamies-Blomqvist, 1994 ; Moessinger, 2003). (2) Les personnes très âgées (au-delà de 80 ans) : les pathologies associées au vieillissement augmentent de façon très importante après cet âge (Waller, 1991). (3) Les conducteurs souffrant de pathologies chroniques : les démences, les maladies cardio-vasculaires et le diabète sont les trois principales causes associées au risque accru d'accident (Waller, 1969).

Les études se sont bien sûr attachées à trouver quelles affections entraînées par l'âge pourraient expliquer l'augmentation du risque. L'acuité visuelle statique n'est, de façon générale, pas corrélée à une augmentation de l'accidentologie, encore que les études proposant ces résultats présentent quelques biais de recrutement puisqu'il s'agit d'études épidémiologiques dans lesquelles on n'a pas pu examiner la stratégie compensatrice de réduction de vitesse (Marottoli, Cooney, et al., 1994 ; McCloskey, Koepsell, et al., 1994). Beaucoup plus intéressantes sont les études sur l'acuité visuelle dynamique et la mesure du champ visuel utile, la stratégie de balayage visuel (Hakamies-Blomqvist, 1993) et la capacité visuo-perceptive (Hunt, Morris, et al., 1993 ; Lundberg, Hakamies-Blomqvist, et al., 1998 ; Marottoli, Cooney, et al., 1994). Il s'agit là de fonctions nécessaires pour repérer une cible dans le champ visuel. Ce sont donc des déficits aux niveaux attentionnel et intégratif qui présenteraient réellement un risque (Hakamies-Blomqvist, 1993 ; Viano, Culver, et al., 1990), et notamment parce que les stratégies adaptatives telle que la réduction de la vitesse, ne sont dans certains de ces cas, plus efficaces.

La proportion des personnes présentant une déficience cognitive est en augmentation. Dans les décennies à venir, un pourcentage plus important de personnes présentant de tels déficits demandera à pouvoir conduire : une nécessité pour maintenir leur style de vie. Il paraît donc évident que le besoin d'évaluer ces populations sera plus important. Deux individus présentant le même diagnostic ne vont pas présenter forcément les mêmes signes cliniques, ni la même compétence pour la conduite automobile. Ces constatations ont d'ailleurs orienté les

recherches à se focaliser sur l'étude du risque entraîné par les pathologies associées au vieillissement, notamment les démences, plutôt qu'à déterminer les aptitudes des personnes âgées normales (Hakamies-Blomqvist et Peters, 2000). Cette orientation se justifie par (1) l'augmentation de la prévalence des démences à mesure que l'âge des sujets augmente (Johansson, Bronge, et al., 1996), (2) sous l'hypothèse que dans la population des sujets âgés, l'augmentation de l'accidentologie se trouverait majoritairement chez ceux présentant une altération des fonctions cognitives (Gilley, Wilson, et al., 1991 ; Lucas-Blaustein, Filipp, et al., 1988 ; Tuokko, Beattie, et al., 1995), (3) et sous l'hypothèse que les déficits cognitifs objectivés chez le sujet dément pourraient expliquer les comportements aberrants qu'il présente en conduite automobile et qui le différencie, de ce point de vue, du conducteur âgé normal (Dobbs, Heller, et al., 1998 ; Odenheimer, Beudet, et al., 1994 ; O'Neill, Neubauer, et al., 1992).

Le risque ne serait pas augmenté par rapport aux âgés normaux au stade précoce de la maladie (Drachman et Swearer, 1993). Certaines études concluent même que le risque n'est pas augmenté chez des malades Alzheimer (Trope, Waller, et al., 1996), mais dans l'état actuel des recherches, ni le risque, ni le stade de la maladie auquel apparaît le risque ne sont clairement définissables (Lundberg, Johansson, et al., 1997).

En parallèle des difficultés, les arguments avancés par les auteurs qui plaident en faveur de la conduite automobile des sujets âgés, s'appuient notamment sur les stratégies adaptatives apparaissant avec l'âge et palliant les déficits physiques et cognitifs qui y sont associés (Schlag, 1993). L'ultime stratégie des seniors étant la cessation progressive et spontanée de la conduite, relative à la perception individuelle de leur état de santé (Hakamies-Blomqvist et Wahlström, 1998 ; Marottoli, Ostfeld, et al., 1993 ; Rimmö et Hakamies-Blomqvist, 2002).

Différentes études montrent que les tests en conduite réelle et les évaluations en conduite simulée semblent être les outils les plus valides pour objectiver les difficultés des conducteurs (Fitten, Perryman, et al., 1995 ; Hunt, Morris, et al., 1993 ; Odenheimer, Beudet, et al., 1994). Si ces outils, qui reposent sur des tâches de conduite standardisées, permettent de mettre en évidence des comportements particuliers en conduite automobile selon des caractéristiques de groupes (l'âge, le sexe, l'accidentologie, des pathologies...), ils ne sont cependant pas suffisants pour déterminer si un individu est apte à conduire parce qu'il s'agit là de tâches différentes de la conduite habituelle (Cox et Taylor, 1999 ; Rizzo, Reinach, et al., 1997). Cette limitation concerne également les tests neuropsychologiques, même si l'on retrouve des corrélations entre les résultats à certains de ces tests et l'aptitude à conduire (Lundberg, Johansson, et al., 1997).

Cependant, les expériences en simulation permettraient peut-être de recueillir des données précises sur les comportements en conduite automobile chez les sujets normaux et de ceux qui présentent des déficits acquis. C'est peut être par ce moyen que l'on pourrait finalement aboutir à la standardisation d'un test (British Psychological Society, 2001).

Nous avons précédemment effectué plusieurs études en conduite automobile simulée, analysant l'évolution des comportements de conduite lors du vieillissement chez des sujets sains, donc une population sélectionnée selon des critères médicaux et neuropsychologiques. Ces travaux ont permis d'observer, au niveau de certains indices de conduite, les compétences de sujets âgés sains, comparativement à des sujets jeunes et des sujets d'âge moyen (Moessinger, 2003).

En utilisant les mêmes outils de mesure (les indices de conduite), le présent travail s'attache à objectiver les différences éventuelles observées, en conduite automobile simulée, dans l'habileté à conduire, d'une population de sujets âgés ne présentant pas une augmentation de

l'accidentologie et de sujets, appariés en âge, présentant une augmentation de l'accidentologie. Ces sujets ne sont pas sélectionnés sur des critères relatifs à leur état de santé. Ils sont cependant soumis à une évaluation neuropsychologique qui permettra de comparer les compétences des deux groupes quant à leurs capacités cognitives.

Notre travail s'appuie sur les hypothèses théoriques suivantes :

- La mesure de certaines aptitudes cognitives, des comportements et des habitudes en conduite réelle, permettront de différencier les sujets selon leur appartenance à l'un des deux groupes de sinistralité.
- Les comportements de conduite, mesurés en situation simulée, différencient les sujets ne présentant pas une augmentation de l'accidentologie, des sujets qui en présente une.

Nous observerons également les effets de l'âge et du sexe pour ces deux hypothèses.

2.1. La procédure de sélection

La réalisation de cette expérimentation a nécessité l'accord de la Commission Nationale Informatique et Liberté (CNIL) pour "*le traitement automatisé d'informations nominatives dont la finalité principale est l'étude de l'effet du vieillissement sur la conduite automobile*". Cet accord était nécessaire pour permettre à la Maif de nous donner un accès aux données du dossier assurance des sociétaires éventuellement concernés par l'expérience ; il a été obtenu par la Maif en septembre 2000.

Nous établissons dans un premier temps, en concertation avec les responsables de la Fondation Maif, les critères de sélection des sociétaires concernés par l'étude et le protocole de recrutement en accord avec les recommandations de la CNIL. Suite à l'accord de la CNIL, la Maif nous transmet les fichiers contenant les données assurance d'environ 1200 sociétaires sinistrés et 2500 sociétaires non sinistrés et nous sélectionnons les dossiers des personnes que la Maif va ensuite contacter pour leur proposer de participer à l'étude. Après la réception des accords écrits de participation des sujets, nous les contactons par téléphone pour les informer des exigences exactes de l'étude et afin de recruter 65 personnes qui seront incluses dans le protocole expérimental. L'annexe 1 présente le calendrier détaillé de l'ensemble de la procédure de sélection et du déroulement expérimental.

Remarque : pour des raisons d'éthique, nous avons, sur proposition de la Maif, limité la sélection des dossiers des sujets sinistrés à une somme de dommages inférieure à 60 000 francs afin d'éviter de contacter des sociétaires impliqués dans un accident ayant eu des répercussions humaines importantes (notamment décès d'une personne impliquée dans l'accident).

La procédure légale concernant la recherche biomédicale sans bénéfice individuel direct a été suivie. Chaque sujet, volontaire, signe préalablement à l'expérience un consentement libre et éclairé et reçoit une indemnité, à l'issue de celle-ci. Les séances de conduite font l'objet d'un enregistrement vidéo. Il est demandé aux sujets de donner leur accord écrit (ou d'exprimer leur refus) pour l'exploitation de ces enregistrements à des fins scientifiques.

2.2. Les sujets

La sélection des sujets dans les fichiers d'origine de la MAIF est faite de la façon suivante :

Nous retenons dans le fichier des personnes sinistrées, les "sociétaires qui présentent deux événements et plus pouvant être identifiés comme "accident" pour un même conducteur.

Nous sélectionnons ensuite dans le fichier des sociétaires témoins les personnes bénéficiant d'un bonus à 50% sur les trois dernières années. Les personnes du groupe témoin sont appariées en âge et sexe aux sujets sinistrés. Nous prélevons le nombre de sujets nécessaires dans l'ordre de la liste fournie par la Maif.

Les critères de sélection sont :

Hommes et femmes de 60 ans et plus ;

Groupe *Témoins* : pas d'accident dans les trois dernières années ;

Groupe *Sinistrés* : deux accidents ou plus dans les trois dernières années.

2.3. L'examen médical

Les sujets sont soumis à une visite médicale approfondie, effectuée au laboratoire par un médecin indépendant. Elle s'appuie sur un questionnaire que nous élaborons spécifiquement pour les expériences concernant des personnes âgées et comporte :

① Un entretien concernant :

- les antécédents médicaux ;
- l'état de santé actuel, notamment les prises éventuelles de médicaments ;
- l'hygiène de vie (sommeil, nutrition, vie sociale, activités culturelles et sportives).

② Un examen médical :

- des grandes fonctions ; une attention particulière est portée sur l'examen neurologique et locomoteur ;
- de la vision qui comporte une lecture à distance ;

Le seul objectif de l'examen médical est, dans ce cas, de détecter des sujets dont l'état de santé serait incompatible avec la procédure expérimentale. Une telle incompatibilité étant le seul critère d'exclusion de l'étude.

2.4. L'examen neuropsychologique

Le bilan neuropsychologique comporte une évaluation des fonctions cognitives, attentionnelles, mnésiques, visuo-spatiales et exécutives par des tests cliniques normalisés dont les supports théoriques sont décrits ci-après.

Dans cette procédure, nous distinguons :

- les tests qui ont une validité évidente pour la conduite automobile par rapport aux fonctions qu'ils évaluent : Trail Making Test (TMT), Wisconsin Card Sorting Test (WCST), la NorSDA, Temps de réaction (batterie informatisée TEA) et Stroop Test.

- La WAIS donne une indication du niveau intellectuel et surtout, permet d'observer si le sujet présente des résultats homogènes à l'ensemble des fonctions mesurées. Nous la distinguons des autres tests dans la mesure où les fonctions qu'elle évalue ne sont pas toutes spécifiques pour assumer la tâche de conduite. Cependant des résultats hétérogènes à ce test, peuvent révéler l'existence d'une pathologie altérant la capacité à conduire.

Le rapport de la *British Psychological Society* (British Psychological Society, 2001) présente une revue des publications ayant corrélié les performances à certains tests neuropsychologiques et la capacité à conduire. Ainsi, une augmentation des temps d'exécution du TMT, forme A (Odenheimer, Beaudet, et al., 1994), forme A et B (Stutts, Stewart, et al., 1998) corrélient avec un test en conduite réelle. Une étude suédoise compare, sur la base des résultats aux tests neuropsychologiques, deux populations de sujets âgés sous suspension du permis de conduire, l'une suite à un accident responsable, l'autre non accidentée et une population témoin. Les premiers présentent des performances significativement moins bonnes dans les tests d'habileté visuo-spatiale, visuo-constructive et de vitesse de traitement de

l'information, qu'une population "témoin" et présentent également de moins bonnes performances dans les tests de mémoire verbale et visuo-spatiale que les sujets non accidentés (Lundberg, Hakamies-Blomqvist, et al., 1998).

S'il n'existe pas actuellement de consensus sur une démarche neuropsychologique adaptée à l'évaluation des capacités à conduire (Lundberg, Johansson, et al., 1997), il est évident que plus les déficits neuropsychologiques sont importants et/ou étendus, moins l'individu est en mesure d'assurer l'activité de conduite automobile dans des conditions de sécurité satisfaisantes (British Psychological Society, 2001).

Dans le cadre de cette étude, la **finalité première** de l'examen neuropsychologique est de détecter des différences de performances entre les sujets présentant une augmentation de l'accidentologie et les sujets témoins. Nous observons également l'évolution des performances à ces tests, selon l'âge des sujets (les sujets les plus jeunes de l'étude versus les sujets les plus âgés) ainsi que les différences relatives au sexe. Par contre, cette démarche n'a **aucune finalité** dans la recherche d'un ou plusieurs tests dont les scores pourraient être considérés comme des indicateurs à la capacité (ou l'incapacité) à conduire.

2.4.1. Le temps de réaction

La mesure du temps de réaction donne une appréciation de la capacité de vitesse du traitement de l'information et de son exécution comportementale. Le temps de réaction influence les performances dans toutes les tâches comportant une contrainte de temps et pour apprécier le versant qualitatif des autres fonctions attentionnelles, il est nécessaire de pouvoir différencier un problème de lenteur d'exécution d'un problème de limitation des ressources attentionnelles. L'alerte phasique est une composante de l'attention qui reflète la qualité de l'état de préparation d'un individu en vue de répondre de façon optimale (c'est-à-dire pertinente **et** rapide) à un signal imminent et attendu (Posner et Boies, 1971). L'introduction d'un signal avertisseur dont on attend qu'il améliore les temps de réponse, peut aussi représenter un élément perturbateur entraînant, au contraire, un allongement des temps de réponse ou des réactions au signal avertisseur plutôt qu'au signal cible, ce qui dénote une incapacité à inhiber une réponse motrice erronée.

L'épreuve se déroule selon un schéma SAAS (S=passation sans signal avertisseur, A=passation avec signal avertisseur sonore). La tâche, basée sur le temps de réaction, consiste à appuyer le plus vite possible sur un bouton poussoir dès l'apparition d'une croix (✕) au centre de l'écran. Le test comporte 4 séries de 20 *stimuli* chacune. L'intervalle entre le *stimulus* sonore et le *stimulus* visuel critique est aléatoire dans les séries avec signal avertisseur tout comme l'intervalle entre les croix dans les séries sans signal avertisseur.

2.4.2. La WAIS-III

Le test d'intelligence de Wechsler (première édition : *Wechsler-Bellevue Intelligence Scale, 1939*) est le premier à comporter une échelle verbale et une échelle de performance qui permettent d'obtenir deux scores composant ensuite le score global.

Wechsler a adopté une approche écologique du concept d'intelligence qu'il définit comme étant "*la capacité d'un individu à agir en fonction d'un but, à penser rationnellement et à faire face de manière efficace à son environnement*" (Wechsler, 1944). Il considère l'intelligence comme une entité globale, mais également comme un ensemble d'aptitudes

spécifiques. Elle est globale parce qu'elle rend compte de la totalité du comportement d'une personne, et elle est spécifique car elle est constituée d'éléments ou d'aptitudes qualitativement différents. Si l'intelligence est considérée comme une entité globale, le test de Wechsler n'en mesure néanmoins pas toutes les composantes (par exemple et d'après Wechsler, la motivation, des traits de personnalité comme la persévérance, la conscience du but à atteindre...). Ces composantes ont, bien sûr, également un impact sur l'efficacité de la personne dans la vie quotidienne.

Ce test permet d'évaluer le raisonnement abstrait, les aptitudes perceptives et verbales et la vitesse de traitement de l'information.

Nous utilisons la Wais-III qui a bénéficié d'une réactualisation en 2000. La normalisation a été étendue pour des sujets âgés jusqu'à 89 ans et les changements apportés font que l'échelle est maintenant parfaitement adaptée à l'évaluation de personnes âgées (stimuli plus grands, diminution de l'attribution de bonus de points pour les réponses rapides...). Ce test permet également de calculer des scores d'indices plus spécifiques de certains domaines cognitifs : la compréhension verbale, l'organisation perceptive, la mémoire de travail et la vitesse de traitement de l'information. Ces indices permettent de révéler, entre autres, des troubles de l'attention, des fonctions exécutives et perceptives. La WAIS-III peut donc également servir à diagnostiquer des troubles neuropsychologiques (c'est-à-dire des troubles cérébraux révélés par le comportement).

Les notes standardisées de ce test ont la signification suivante (entre parenthèse figurent les étendues de QI/indices) :

- 70 = très faible (≤ 69) ;
- 80 = limite (70-79) ;
- 90 = moyen inférieur (80-89) ;
- 100 = moyen (90-109) ;
- 110 = moyen supérieur (110-119) ;
- 120 = supérieur (120-129) ;
- 130 = très supérieur (≥ 130).

2.4.3. La NordSad (annexe 2)

Ce test est une adaptation nordique (Suède) du test anglais "*Stroke Driver Screening Assessment*" (Lincon et Fanthome, 1994) dont nous avons nous-même effectué une adaptation française pour les besoins de cette étude.

Ce test comprend quatre parties :

- le test de Bourdon-Grewel : il s'agit d'une épreuve de recherche et de perception visuelle permettant d'évaluer aussi l'attention soutenue et l'attention sélective ainsi que la rapidité d'exécution. Cependant, les études faites sur ce test montrent que les erreurs (omissions et/ou fausses reconnaissances) sont plus révélatrices d'un défaut de perception visuelle que d'une altération de l'attention.

- deux tests de matrices (direction et boussole) : le test de *direction* est unifactoriel, il mesure essentiellement des fonctions perceptives relativement simples alors que le test de *boussole* est multifactoriel, il nécessite la capacité de rechercher et de traiter une information visuelle.

- le test des panneaux routiers : ce test demande également des capacités de recherche et de traitement visuel, mais il présente aussi des corrélations avec des tests de mémoire verbale et spatiale.

Les résultats obtenus à ces quatre tâches permettent d'établir deux scores : 1) Fonction pour résultat positif ; 2) Fonction pour résultat négatif. Le sujet est considéré comme

ayant des fonctions cognitives suffisantes pour garder le permis de conduire si le résultat de la fonction "pour résultat positif" et supérieur au résultat de la fonction "pour résultat négatif".

Ce test à lui seul n'est cependant pas suffisant pour préjuger de la capacité à conduire d'un sujet parce qu'il a ses limites, notamment intervient le niveau d'intelligence général des sujets (Lundberg, Caneman, et al., 2003).

2.4.4. *Le Trail Making test*

Il s'agit d'une épreuve visuo-motrice effectuée sous pression temporelle. Ce test, type "papier/crayon", composé de deux parties (A et B), a été développé en 1944 par des psychologues de l'armée des Etats-Unis. Il s'agit certainement de l'épreuve la plus pertinente pour mesurer le fonctionnement cérébral dans son ensemble ; en effet, le traitement des chiffres et des lettres est dépendant de l'hémisphère dominant, le balayage visuel, quant à lui, est dépendant de l'hémisphère non dominant. Ce test est généralement décrit comme sensible à l'âge, avec une augmentation du temps d'exécution (Kennedy, 1981). Pour effectuer la tâche A, le sujet doit relier, dans l'ordre croissant les chiffres de 1 à 25 ; pour la tâche B, il doit relier alternativement un chiffre dans l'ordre croissant et une lettre dans l'ordre alphabétique (chiffres allant de 1 à 25 et lettres allant de A à L). Dans les deux cas, le sujet a pour consigne de réaliser l'épreuve le plus vite possible, ce qui permet d'apprécier la facilité avec laquelle il alterne entre l'incrémentatation des chiffres et des lettres en inhibant les processus automatiques de comptage et de récitation de l'alphabet. Nous analysons le temps de réalisation de chaque sub-test et le nombre d'erreurs. Nous nous référons aux normes, non publiées, dérivées d'une investigation du "Karolinska Institut" de Stockholm, concernant les conducteurs âgés (65-88 ans) en Suède.

2.4.5. *Le Stroop Test*

Pour ce test, on demande au sujet de lire, le plus vite possible et pendant 45 secondes, des noms de couleur imprimés en noir sur blanc et on relève le nombre de mots lus. Le sujet doit ensuite dénommer la couleur de rectangles de trois couleurs (vert, rouge et bleu) imprimés sur une feuille A4, également durant 45 secondes. Ce test est basé sur l'observation que le temps mis pour dénommer une couleur est plus long que celui nécessaire pour lire, en encre neutre (noire), le nom d'une couleur. La troisième phase consiste à faire lire au sujet le nom d'une des trois couleurs, écrit dans l'encre d'une des deux autres couleurs restantes. Le temps de lecture est alors encore plus long que celui de la dénomination d'une couleur. On effectue ensuite le rapport entre le nombre de réponses données par le sujet à chaque phase du test. On peut évoquer une altération cognitive lorsque la vitesse de lecture à la troisième phase du test se différencie de la vitesse des deux premières phases ou que le sujet présente beaucoup d'erreurs. Dans la littérature, cette altération a donné lieu à plusieurs interprétations, notamment des troubles de l'inhibition, donc de l'attention sélective, une difficulté à la concentration, donc l'altération de la capacité à résister aux interférences [pour une revue de ces expériences voir (Lezak, 1987)].

2.5. Le questionnaire de conduite

Il s'agit d'un questionnaire élaboré au laboratoire et dont le contenu a évolué au fil de son utilisation lors de plusieurs expériences effectuées sur la personne âgée.

Pour cette expérience, le questionnaire est directif puisqu'en parallèle, tous les sujets ont participé à des entretiens en petits groupes, effectués par l'équipe de psychologie clinique. Les résultats de ce questionnaire sont donc en partie complémentaires des résultats cliniques.

L'expérimentateur lit la question au sujet et complète lui-même les réponses dans le fichier informatisé, sauf pour les échelles analogiques. Dans ce cas, le sujet, en position centrée face à l'écran, déplace un curseur (remplaçant la marque faite habituellement au crayon) à l'aide des flèches droite/gauche du clavier, sur une droite de 10 cm et place le curseur à l'endroit qui lui convient. Le sujet découvre l'échelle avec le curseur placé en son centre (c'est-à-dire à la position correspondant à la note 5).

Le questionnaire permet de recueillir les caractéristiques de la population (kilométrage annuel, nombre d'années de possession du permis de conduire, lieu de résidence...). Il aborde la question de l'utilisation de la voiture, de sa représentation, du positionnement des sujets face à l'utilisation des transport en commun, des difficultés relevées en conduite automobile, des stratégies adaptatives et des comportements émotionnels au volant.

2.6. La simulation de conduite

2.6.1. Le dispositif PAVCAS

La tâche de conduite automobile simulée est réalisée au Centre d'Etudes de Physiologie Appliquée sur le dispositif expérimental PAVCAS (Poste d'Analyse de la Vigilance en Conduite Automobile Simulée) qui comprend le simulateur de conduite et des moyens d'acquisition. Il permet l'enregistrement des performances de conduite pendant toute la durée de l'épreuve, l'acquisition numérique des grandeurs électrophysiologiques (Neuroscan) et inclut un système d'acquisition d'images vidéo pour l'étude du comportement du conducteur.

La visualisation graphique de l'environnement routier est rendue possible par une station SILICON GRAPHICS (type ONYX Reality Engine 2) dont la capacité de calcul permet une fréquence d'affichage de 30 images/seconde.

L'image synthétisée de la route a été conçue par la société OKTAL à partir des directives qui lui ont été fournies : longueur et forme du circuit, enchaînement des courbes, choix des rayons de courbure, décor, emplacement des parkings... .

Un vidéo projecteur (SONY, G70) projette les images sur un écran en toile perlée (2 x 4 m) avec une définition de 960 x 680 pixels anti-crénelage. Cette image correspond à un champ visuel de (50° x 25°).

L'habitacle du simulateur est constitué par l'avant d'une voiture de type "Peugeot 605" montée sur une structure mobile à 4 degrés de liberté (mouvements : longitudinal, vertical, roulis et tangage de l'habitacle. La plate-forme restitue les sensations d'accélération sous forme de mouvements correspondant aux variations d'accélérations latérales et longitudinales. Des "secousses" verticales supplémentaires de faibles amplitudes simulent les inégalités de la route. Le bruit de roulement est restitué par un CD audio lu en boucle et dont l'intensité sonore est modulée en fonction de la vitesse. Le bruit moteur est issu de plusieurs échantillons sonores (fonction du rapport de boîte et des phases d'accélérations/décélérations) relus à une vitesse correspondant au régime moteur. Toutes ces restitutions sonores, visuelles et des mouvements, sont couplées aux actions du conducteur sur les commandes par l'intermédiaire d'un modèle simplifié de véhicule.

Dans le cadre de cette expérience, nous enregistrons la vitesse et la position latérale ainsi que leurs variations respectives en fréquence et en amplitude.

2.6.2. *Le circuit*

Le circuit simule un trajet autoroutier de jour. Il se présente sous la forme d'un parcours de cinquante kilomètres comportant des tronçons de longueurs différentes, assemblés de façon à former des portions de route droite, quatorze courbes à droite et sept courbes à gauche dont les rayons varient entre 500 et 3500 mètres (figure 1) et (annexe 3).

Les raccordements des courbes et des lignes droites sont formés de segments clothoïdaux – ce terme est défini dans le paragraphe "*Le découpage du circuit en fonction des rayons de courbure*". Le circuit comporte quatre buttes : deux dénivellations de 15 mètres et deux dénivellations de 25 mètres.

La chaussée mesure 10 m de large entre les deux lignes de rive [deux voies de 3,75 m et la bande d'arrêt d'urgence (BAU) de 2,5 m]. Les rails de sécurité sont situés de part et d'autre des lignes de rive à une distance de 0,5 m à droite et de 2 m à gauche [sur le terre plein central (TPC)] – (annexe 4).

Le circuit comporte, outre les équipements nécessaires à la conduite (panneaux, signalisation horizontale), d'autres éléments qui enrichissent le décor et améliorent la qualité de la simulation.

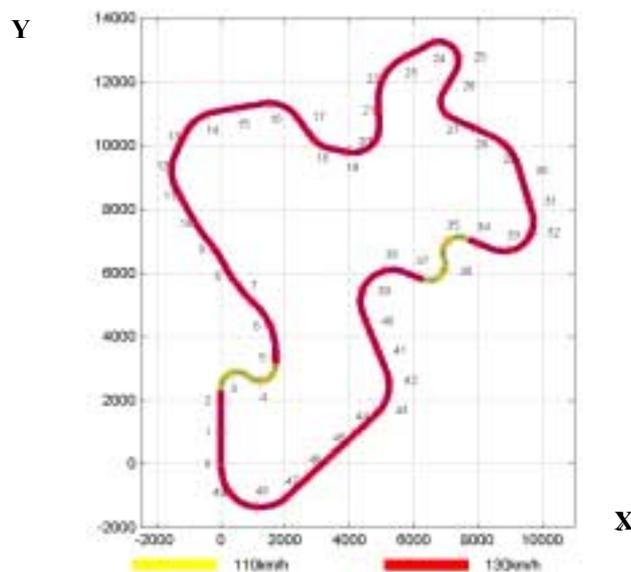


Figure 1 : Schéma d'un tour de circuit avec la représentation des vitesses limitées et l'indication des points kilométriques (Pk).

Remarque : l'ensemble du circuit (hormis les deux courbes en "S") respecte les normes autoroutières actuelles, tant sur le plan de la géométrie du terrain que de la signalisation verticale et horizontale.

2.6.2.1. Le découpage du circuit en fonction des rayons de courbure

Nous classons les différentes portions de route qui composent le circuit en 2 grandes catégories :

- des portions de route dites "à variation de rayon de courbure" : ZVC ;
- des portions de route dites "à rayon de courbure constant" : ZCC.

Une zone à variation de rayon de courbure (ZVC) est une zone de raccordement qui se situe entre une ligne droite et une courbe, une courbe et une ligne droite ou entre deux courbes successives de rayon de courbure différent. Sur le circuit, ces zones ZVC sont de type "clothoïde", c'est à dire que leur rayon évolue progressivement du rayon de la portion de route précédente jusqu'au rayon de la portion de route suivante. Ces zones permettent au sujet d'ajuster graduellement l'angle volant entre deux portions de route dont les rayons sont différents.

Une zone sans variation de rayon de courbure (ZCC) est une zone dans laquelle le sujet n'est pas obligé d'avoir une action d'ajustement graduelle du volant pour que la voiture suive la trajectoire de la route, mais seulement d'assurer les petits ajustements nécessaires au maintien d'une trajectoire au rayon constant. De plus, dans ces zones, nous distinguons trois types de route en fonction de l'importance du rayon de courbure :

- les courbes dites "serrées" : rayon de courbure [500m – 1000 m] ;
- les courbes dites "larges" : rayon de courbure]1000 m – 2100 m[;
- les lignes droites (qui incluent les courbes d'un rayon de 3500 m).

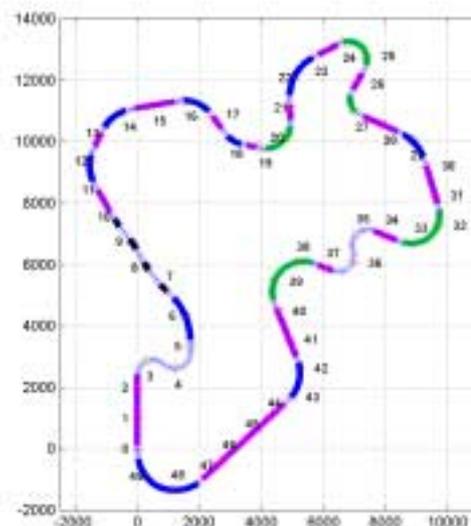


Figure 2 : Visualisation des portions de route qui composent le circuit, selon leur regroupement par type de route :

- **en vert** : courbes dites serrées ;
- **en bleu** : courbes dites larges ;
- **en magenta** : droites ;
- **en noir** : courbes à 3500 m de rayon (assimilées aux droites pour les analyses par types de route).

Les zones non colorées sont d'une part les segments clothoïdaux et d'autre part les deux courbes en S, analysées dans les zones critiques.

Remarque : les courbes d'un rayon de 3500 m se trouvent entre les Pk 7 et 10 (figure 2). Elles ne sont pas longues (entre 150 et 340 m) et ne servent qu'à rompre la monotonie d'une route résolument rectiligne. Sur le circuit, elles ne sont pas ressenties comme des courbes et sont donc assimilables à des droites.

Nous obtenons ainsi pour chaque tour de circuit une succession de portions, définies par un Pk de début et un Pk de fin, et différenciées par :

- la variation ou non du rayon de courbure (ZCC et ZVC) ;
- le type de route, défini selon son rayon de courbure (droites, courbes serrées et courbes larges).

Nous distinguons aussi les portions où se trouvent les parties ascendantes des quatre buttes. D'une part, les buttes sont constituées de portions quasi rectilignes (lignes droites et courbes de 3500 m de rayon), les courbes moyennes et serrées n'y sont donc pas représentées, d'autre part le véhicule présente dans ces zones une baisse de vitesse résultant de la montée. Ces zones sont donc exclues du traitement des performances de conduite (cf. *"Les mesures considérées sur l'ensemble du circuit – Description des mesures"*).

2.6.2.2. Le découpage du circuit en fonction des zones critiques

Le circuit comprend plusieurs zones dites "critiques", c'est à dire des endroits où se déroulent des *scénarii* pouvant se présenter en conduite réelle, par exemple : une zone où un véhicule circule assez lentement et doit normalement être doublé. Ces zones permettent de faire des analyses particulières d'interactions avec l'environnement proche du sujet. Ces zones sont décrites ci-dessous. Les indices mentionnés dans la description des zones critiques sont imprimés en gras et définis dans le paragraphe *"Les mesures effectuées dans les zones critiques"*.

Nous délimitons chaque zone critique par un Pk de début et de fin de zone en tenant compte :

- d'une distance de perception de l'événement rencontré par dépouillement visuel de l'évolution des trajectoires et des vitesses de chaque sujet ;
- d'une zone de retour à la normale après la fin de l'événement (environ 200 m).

2.6.3. Description des zones critiques

On trouvera en annexe 5, une représentation des tours de circuit effectués par les sujets ainsi que l'emplacement des zones critiques.

2.6.3.1. Courbe en S

Deux zones du circuit comportent des courbes serrées d'un rayon de 500 m. Ces zones critiques sont appelées "courbes en S". Chacune est composée de deux courbes inversées de 500 mètres de rayon (figure 4) ; la première de ces zones a une entrée de virage à droite, la seconde une entrée de virage à gauche. Ces courbes ne sont pas liées par des raccords clothoïdaux, d'où une certaine difficulté dans le maintien de la trajectoire à l'inversion de courbure.

A l'entrée de chaque "courbe en S" se trouve un panneau limitant la vitesse à 110 km/h ; à la sortie un panneau indique la fin de toute limitation. Nous analysons les comportements des sujets dans la première zone de chaque tour de circuit.

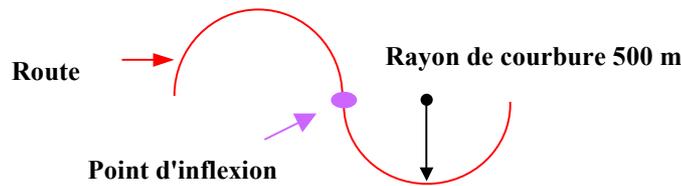


Figure 3 : Schéma d'une zone de courbes serrées avec entrée de virage à droite.

Cet aspect particulier du circuit nous permet d'évaluer pour les différents groupes d'âge le respect de la consigne de vitesse dans une zone limitée à 110 km/h. Nous observons la réaction au panneau de limitation de vitesse à 110 km/h (**effet sur la vitesse**) et/ou les ajustements successifs en nombre et en amplitude de la vitesse (**fréquence par minute et amplitude moyenne des ajustements de la vitesse**). Nous étudions la capacité des sujets à négocier l'inversion des courbures et/ou à anticiper la négociation de cette zone (**amplitude du déport à l'inversion de courbe**).

2.6.3.2. Panneau de vitesse limitée à 90 km/h pour les poids lourds

Ce panneau permet d'observer le comportement des sujets face à un élément qui, selon le code de la route, ne les concerne pas. Nous cherchons à savoir si les sujets ralentissent à la vue de ce panneau et si ce comportement se retrouve plus particulièrement chez les sujets âgés. Nous cherchons également à voir si la vitesse augmente après le passage du panneau ou si particulièrement les sujets âgés, engagés dans un processus de ralentissement persistent dans celui-ci (**effet sur la vitesse**).

2.6.3.3. Suivi de véhicules

Cet événement simule un ralentissement routier provoqué par un dépassement qui se prolonge. Le sujet arrive en vue de deux véhicules roulant de front sur une certaine distance. Dans ces zones, nous observons le comportement des conducteurs sur la **distance inter-véhicule**.

2.6.3.4. Déports latéraux

Un camion circule à faible allure sur la voie de droite de façon à ce que les sujets soient forcés de le doubler. Nous observons l'amplitude du déport (**déport latéral**) lors du dépassement lorsque celui-ci a eu lieu.

Un poids lourd non signalisé est garé dans la BAU dont il déborde un peu. Les conducteurs ne sont pas obligés de franchir la ligne médiane pour doubler ce camion, cependant, pour établir une zone de sécurité, nous devrions au moins observer un déport sur la gauche à la hauteur du camion (**déport latéral**).

Un poids lourd sort du parking pour s'intégrer à la circulation au moment où les sujets arrivent à la hauteur de cette entrée sur l'autoroute, les obligeant à se déporter sur la voie de gauche pour effectuer le dépassement. Nous observons l'amplitude du déport (**déport latéral**) lors du dépassement, lorsque celui-ci a eu lieu.

2.6.3.5. Réactions à diverses mises en situation

Dans les 30 derniers kilomètres, nous avons placé trois groupes de stimuli, comportant chacun un stimulus pertinent appelant un comportement de conduite adapté et un stimulus non pertinent. Le premier groupe comprend un animal placé sur le bord de la voie de droite, orienté vers le sujet et plus loin un piéton marchant dans la BAU. Le second groupe comprend un ballon qui rebondit sur la route à la hauteur d'un parking et un oiseau volant dans le ciel ; les stimuli proviennent du côté droit du sujet. Le troisième groupe comporte un carton qui tombe de l'arrière d'un camion lorsque le sujet arrive à l'arrière du camion et un oiseau volant dans le ciel ; dans ce groupe les stimuli viennent en position frontale.

Pour l'analyse de ces scénarii, nous effectuons les mesures suivantes :

- **déport latéral maximum lors du dépassement du stimulus ;**
- **l'effet sur la vitesse par rapport au stimulus ;**

2.6.4. Les performances de conduite

2.6.4.1. Les mesures considérées sur l'ensemble du circuit

Les performances de conduite sont enregistrées à la fréquence de 30 mesures par seconde, mais les données sont réduites à un traitement de 5 mesures par seconde. Les indices décrits ci-dessous sont obtenus par l'analyse de la position absolue et de la vitesse des différents véhicules.

Description des indices

- **La vitesse moyenne** : c'est la distance parcourue par unité de temps. Elle est exprimée en kilomètres/heure.

- **La fréquence par minute des ajustements de la vitesse** (figure 4) : un *ajustement de vitesse* correspond à l'intervalle compris entre deux inversions de vitesse. Une *inversion de vitesse* est définie par le passage d'une vitesse croissante à une vitesse décroissante ou inversement. Cette fréquence est obtenue en application de la formule suivante :

$$\frac{(n1 + n2 + n3... + ni + 1)60 \times 5\text{hz}}{5\text{hz} \times t}$$

n1, n2, n3...ni = nombre des ajustements comptés dans une zone donnée ;

+1 : nous avons toujours ajouté un ajustement pour pallier aux cas particuliers où on ne trouve pas d'inversion de vitesse dans une zone considérée (cas d'une zone très courte par exemple). On prend alors comme instants d'inversion de la vitesse le début et fin de zone ;

5Hz = nombre de mesures traitées/seconde ;

t = temps de traversée de la zone.

- **L'amplitude moyenne des ajustements de la vitesse** (figure 4) : nous mesurons le delta de la vitesse en valeur absolue, entre deux points d'ajustements consécutifs

de la vitesse et nous calculons la moyenne de l'ensemble des amplitudes relevées pour une zone donnée.

- **La position latérale moyenne** : la position latérale du véhicule est relevée par rapport à la route. Cette position est calculée par référence au 0 qui représente l'emplacement du conducteur lorsque le véhicule se trouve au milieu de la voie de droite.

- **La fréquence par minute des ajustements de la position latérale** (figure 5) : elle représente le nombre de fois, rapporté à la minute, où le sujet a eu une action sur sa position latérale, de la forme : passage d'un déport vers la gauche à un déport vers la droite et inversement. Elle est obtenue par la formule suivante :

$$\frac{(n1 + n2 + n3... + ni)60 \times 5hz}{5hz \times t}$$

$n1, n2, n3...ni$ = nombre des ajustements comptés dans une zone donnée ;

$5Hz$ = nombre de mesures traitées/seconde ;

t = temps de traversée de la zone.

Dans ce cas, il n'y a pas lieu d'ajouter une unité aux ajustements parce que dans toutes les zones, les sujets présentent au moins un ajustement latéral. La valeur seuil d'un ajustement de la position latérale est fixée à 5cm.

- **L'amplitude moyenne des ajustements de la position latérale** : nous mesurons le delta de la variation latérale en valeur absolue, entre deux points d'ajustements consécutifs de la position latérale et nous calculons la moyenne de l'ensemble des amplitudes relevées pour une zone donnée.

Description des mesures

Nous effectuons d'abord des traitements préliminaires des résultats :

- une analyse s'applique sur l'ensemble du temps de conduite, nous considérons les facteurs âge, sexe et groupe de sinistralité.

Dans un précédent travail, nous avons justifié le fait qu'il y ait besoin de séparer, dans les analyses des performances de conduite (décrites ci-dessous), les zones à variation de courbure (ZVC - type de route : clothoïdes) des zones à courbure constante (ZCC - types de route : droites, courbes serrées et courbes larges) - (Moessinger, 2003).

Le **traitement des performances de conduite** est donc effectué d'une part sur les ZCC et d'autre part sur les ZVC et porte sur l'ensemble du temps de conduite (l'unité étant le tour de circuit). Cette analyse inclut tous les facteurs : âge, sexe, groupe de sinistralité, tour de circuit, type de route, zone avec ou sans événement. La description de ces facteurs est faite dans le chapitre consacré aux analyses statistiques.

Remarque : nous n'incluons dans les analyses de l'effet du type de route que les courbes où la vitesse n'est pas limitée à 110 km/h. Les courbes à vitesse limitée sont analysées comme des zones critiques.

2.3.5.2. Les mesures effectuées dans les zones critiques

➤ Description des indices.

- ❶ **Vitesse moyenne** : c'est la mesure de la vitesse moyenne dans la zone recouvrant un événement.

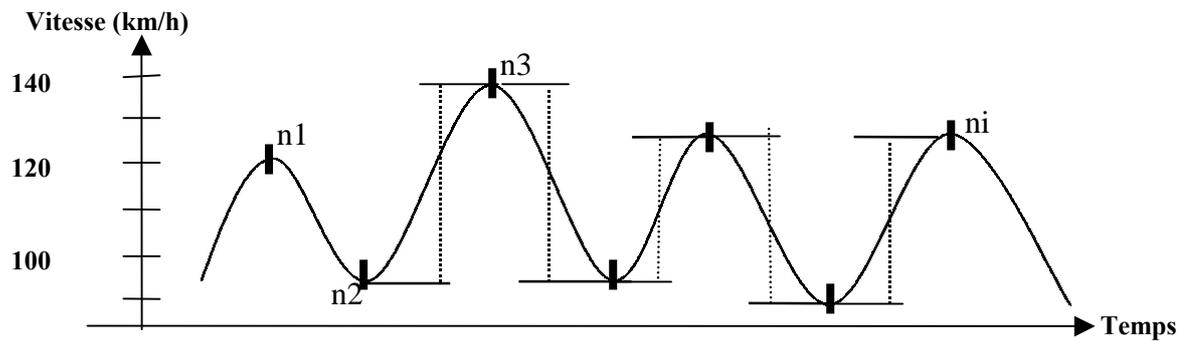


Figure 4 : Représentation du calcul de la fréquence et de l'amplitude des ajustements de la vitesse. La sinusoïde représente les variations de la vitesse sur un laps de temps.

Relevé du nombre des ajustements de la vitesse : $n_1, n_2, n_3 \dots n_i$

Relevé de l'amplitude des ajustements de la vitesse

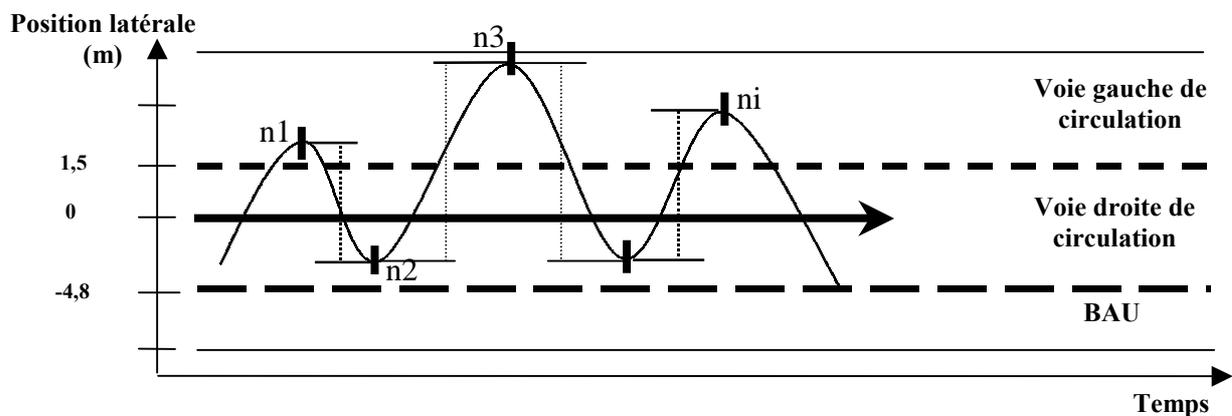


Figure 5 : Représentation du calcul de la fréquence et de l'amplitude des ajustements de la position latérale. La sinusoïde représente les variations de la position latérale sur un laps de temps.

Relevé du nombre des ajustements de la position latérale $n_1, n_2, n_3 \dots n_i$

Relevé de l'amplitude des ajustements de la position latérale

0 = Position du conducteur lorsque le véhicule se trouve au milieu de la voie de droite.

② **Effet sur la vitesse** : pour mettre en évidence l'effet d'un événement particulier sur la vitesse du sujet (panneau, configuration du terrain...), nous faisons la différence des vitesses moyennes entre deux zones incluses dans l'événement, l'une de ces zones servant de référence. Un indice négatif correspond à une réduction de la vitesse et inversement.

③ **Fréquence par minute** et ④ **amplitude moyenne des ajustements de la vitesse** : ces deux indices sont déjà définis dans la partie concernant "*Les mesures considérées sur l'ensemble du circuit*" ci-dessus.

⑤ **Amplitude du déport à l'inversion de la courbure** : cet indice ne concerne que la zone critique des courbes serrées. C'est l'écart en valeur absolue, exprimé en mètres, entre le maximum du déport à gauche et la valeur maximale du déport à droite dans une zone relativement courte, centrée sur le point d'inversion de la courbure.

⑥ **Distance inter-véhicules** : c'est la distance moyenne (exprimée en mètres) entre le véhicule du sujet et les deux véhicules "bouchons" qu'il suit. Elle est calculée dans une zone où le sujet ne fait normalement qu'ajuster sa distance (l'approche des deux véhicules "bouchons" étant déjà faite). Cette zone de stabilisation est déterminée après un dépouillement visuel des trajectoires de chaque sujet.

⑦ **Déport latéral** : c'est la mesure de l'écart latéral, exprimé en mètres, entre le véhicule du sujet et un véhicule qu'il est en train de dépasser, à la hauteur de ce dernier.

Les mesures que nous effectuons sur ces zones dépendent du scénario qui s'y déroule.

2.7. Les mesures subjectives

2.7.1. *Le questionnaire d'anxiété/Dépression*

Nous utilisons le questionnaire HAD (*Hospital Anxiety and Depression scale*) pour évaluer le niveau d'anxiété/dépression des sujets. Il s'agit d'un auto-questionnaire structuré de 14 items, développé par Zigmond et Snaith (Zigmond et Snaith, 1983) (annexe 6). Notre objectif est, d'une part, d'évaluer la symptomatologie dépressive et/ou anxieuse, d'autre part, de mesurer les niveaux d'anxiété et de dépression à différents moments des périodes expérimentales.

Les sujets complètent le même questionnaire trois fois : hors du laboratoire, avant la séance de conduite et après la séance de conduite. Nous pouvons ainsi mesurer le niveau d'anxiété/dépression en dehors des périodes expérimentales, comparer ce niveau à celui existant durant ces périodes et aussi comparer le niveau de ces états affectifs avant et après la participation à l'expérience. L'intervalle des notes possibles pour chaque échelle s'étend de 0 à 21. Une note supérieure à 10 est indicative de la présence d'un trouble d'ordre affectif.

2.7.2. *L'évaluation de la charge mentale*

L'évaluation de la charge mentale est faite à l'aide du questionnaire NASA TLX (Hart et Staveland, 1988) – (annexe 7) que les sujets remplissent après la tâche de simulation de conduite.

Il est demandé au sujet d'estimer le niveau d'exigence dans cinq domaines : exigence mentale, exigence physique, exigence temporelle, performance personnelle et effort. L'estimation se fait par une marque placée sur une échelle analogique de 10 cm dont les extrêmes vont de : "faible" à "élevée" (l'échelle performance va de "déplorable" à "excellente").

La note obtenue pour chaque adjectif est donnée par la mesure en cm, du début de l'échelle jusqu'à la marque faite par le sujet. Dans une seconde partie, les adjectifs sont présentés deux à deux dans les quinze combinaisons possibles et on demande au sujet de cocher, pour chaque paire d'adjectifs, celui pour lequel l'exigence a été la plus forte. Chaque adjectif peut obtenir ainsi de 0 à 5 choix. Ce score est utilisé pour pondérer la note attribuée à l'échelle analogique. Le score global de charge mentale est calculé en faisant la somme des cinq notes pondérées et en divisant cette somme par quinze (c'est-à-dire la somme des points de pondération).

Ce questionnaire est toujours rempli immédiatement après la fin de la tâche et avant l'intervention d'un expérimentateur. Le principe de l'évaluation et la signification des différents adjectifs sont expliqués au sujet avant la tâche qu'il devra évaluer. La définition des adjectifs (annexe 6) reste néanmoins à la disposition des sujets auxquels on recommande cependant de compléter le questionnaire de façon spontanée.

2.7.3. Questionnaires d'évaluations subjectives

L'évaluation subjective des paramètres concernant l'épreuve de conduite est réalisée à l'aide d'un questionnaire élaboré à cet effet au laboratoire (annexes 8). Il comporte des questions à choix multiples et des échelles analogiques (cotation de 1 à 10) et permet l'évaluation de l'état de somnolence et de fatigue ainsi que l'appréciation des niveaux émotionnels et motivationnels. Les sujets sont également invités à exprimer les sensations de malaise qu'ils auraient pu ressentir durant la conduite, le cas échéant.

L'échelle d'estimation du niveau de fatigue se fait par rapport au niveau habituel de fatigue ressenti à ce moment de la journée. Elle va de 1=extrêmement +fatigué à 9 =extrêmement -fatigué ; 5=niveau de fatigue habituel à ce moment de la journée. Pour l'état de somnolence, nous utilisons le Karolinska Sleepiness Scale (KSS).

Ce questionnaire est complété avant et après la tâche de conduite, à la suite du questionnaire de charge mentale. Nous pouvons ainsi apprécier l'effet de la tâche de conduite sur ces paramètres.

2.8. Le protocole expérimental

Le protocole expérimental a comporté trois séances, espacées de plusieurs semaines, que tous les sujets ont passé dans le même ordre:

- 1) visite médicale ;
- 2) évaluation neuropsychologique ;
- 3) tâches expérimentales.

Deux sujets étaient convoqués en même temps pour l'évaluation neuropsychologique, d'une durée totale d'environ quatre heures. Cet examen a consisté en deux groupes de tests, entrecoupés par une pause durant laquelle le sujet pouvait prendre une collation.

L'entretien, ainsi que la passation de la WAIS, étaient assurés par une neuropsychologue clinicienne. La mesure du temps de réaction, la passation du test de Stroop, de la NordSDSA,

du Trail Making Test ont été confiés à une assistante de recherche clinique. Nous n'avons respecté aucun ordre de passation en ce qui concerne les différents tests de cette évaluation.

Le planning de la séance expérimentale est détaillé en annexe 9. La séance expérimentale a toujours lieu le matin et dure environ 4 heures 30. Deux sujets sont convoqués à 8 heures et l'ordre des tâches est contre balancé ; la moitié des sujets du groupe *Sinistrés* ont débuté par la conduite alors que l'autre moitié a débuté par la mesure du champ visuel, et il en a été de même pour les sujets du groupe *Témoins*. Cette répartition est faite de façon aléatoire.

La séance de conduite débute par une phase d'habituation au simulateur. Tous les sujets effectuent un premier tour de circuit qui est considéré comme un tour d'apprentissage, dont il n'est pas tenu compte dans les analyses des données de conduite. Ils effectuent ensuite trois tours de circuit, soit une durée de conduite d'environ 1 heure 30.

Le questionnaire d'anxiété/dépression est toujours complété avant les tâches expérimentales. Avant la conduite les sujets remplissent le questionnaire d'évaluation subjective, qu'il complèteront une seconde fois à la fin de la conduite, après avoir complété le questionnaire de charge mentale (Nasa-TLX). Avant de quitter le laboratoire, les sujets complètent une dernière fois le questionnaire d'anxiété/dépression.

2.9. Les analyses statistiques

Toutes les analyses sont réalisées avec le logiciel de traitement statistique STATISTICA[®]. Pour les analyses de variance (ANOVA), nous utilisons le Modèle Linéaire Généralisé.

➤ Les variables quantitatives sont traitées par :

- des ANOVA pour l'analyse des plans à plusieurs variables indépendantes catégorielles et mesures répétées ;
- des ANOVA factorielles pour l'analyse les effets d'interaction d'ordre supérieur entre plusieurs variables indépendantes catégorielles lorsque la mesure n'est pas répétée ;
- des ANOVA à un facteur pour analyser des modèles avec une seule variable indépendante catégorielle.

➤ Les variables qualitatives sont traitées par :

- le test du khi deux (χ^2) de Pearson pour la comparaison de deux ou plusieurs groupes indépendants ;
- le test du khi deux de Mac Nemar pour la comparaison de deux groupes appariés.

A l'issue des analyses de variance, les comparaisons deux à deux des moyennes des variables à plus de deux modalités, pour lesquelles des hypothèses *à priori* ne sont pas posées, sont faites avec le test *à posteriori* de Neuman-Keuls.

Certaines interactions escomptées ne se révélant parfois pas significatives, ont néanmoins été testées deux à deux par la méthode *à posteriori*. En effet, il n'est pas

indispensable qu'une interaction soit significative pour tester, entres-elles, les moyennes des facteurs qui la composent (Howell, 1998), page 396.

Les résultats sont déclarés significatifs au seuil d'erreur α de 5% ($p < 0,05$). Cependant certains résultats indicatifs révélant une tendance ($0,05 < p < 0,1$) sont mentionnés, particulièrement ceux issus des comparaisons de moyennes.

2.10. Les hypothèses sur les effets recherchés

2.10.1. Données neuropsychologiques

❶ **Effet AGE** : variable à deux modalités.

Seniors 1 (<71 ans) / Seniors 2 (>70 ans)

Hypothèse : les performances des sujets se situeront dans les normes pour leur groupe d'âge respectif ; il en découle que ces derniers se différencieront par ces mêmes performances. Ainsi, dans les tests basés sur la mesure des temps de réaction, on observera une augmentation des temps selon les groupes d'âge (et/ou une diminution du nombre de réponses), sans augmentation du nombre d'erreurs. Au test de la WAIS, les indices verbaux ne différencieront pas les sujets alors que les tests de performances verront des résultats moins bons chez les sujets les plus âgés.

❷ **Effet SEXE** : variable à deux modalités.

Hommes / Femmes

Nous n'avons aucune hypothèse à priori sur ce facteur en ce qui concerne les données neuropsychologiques.

❸ **Effet GROUPE** : variable à deux modalités.

Témoins/Sinistrés

Hypothèse : les performances des sujets *Sinistrés* seront globalement moins bonnes que celles des sujets *Témoins*.

2.10.2. Données du questionnaire de conduite

Nous traitons les données du questionnaire de conduite selon les facteurs *âge, sexe et groupe de sinistralité*. Nous ne posons pas d'hypothèses précises, à priori, sur l'évolution des modalités des différents facteurs. Cependant, nous pensons trouver des différences en ce qui concerne l'application de stratégies adaptatives, d'utilisation de la voiture, du ressenti émotionnel par rapport aux autres conducteurs et des difficultés rencontrées lors de la conduite, entre les sujets *Sinistrés* et les sujets *Témoins*.

2.10.3. *Données de conduite*

- ❶ **Effet AGE** : variable à deux modalités.

Seniors 1 (<71 ans) / Seniors 2 (>70 ans)

Hypothèse : les effets du vieillissement sur les comportements en conduite automobile simulée sont déjà décrits à partir de populations de sujets jeunes, d'âge moyen et âgés (Moessinger, 2003). Les effets du vieillissement se manifesteront aussi en différenciant les comportements chez des sujets *Seniors* de deux groupes d'âge.

- ❷ **Effet SEXE** : variable à deux modalités.

Hommes / Femmes

Hypothèse : les femmes, et plus particulièrement les femmes les plus âgées, moins résistantes au vieillissement et présentant un niveau de compétence moins bon que les hommes en conduite automobile, présenteront des comportements différents de ceux des hommes.

- ❸ **Effet GROUPE** : variable à deux modalités.

Témoins/Sinistrés

Hypothèse : les comportements des sujets *Sinistrés* se différencieront que ceux des sujets *Témoins*. Nous ne posons, à proprement parler pas d'hypothèse précise sur les différences que nous observerons, selon le groupe de sinistralité, sur les indices de conduite et les comportements dans les zones critiques, étant donné qu'il s'agit, dans cette comparaison, d'une étude novatrice, donc exploratoire.

- ❹ **Effet SITUATION** : variable à deux modalités qui différencie les portions du circuit présentant une "zone critique" de celles qui n'en comportent pas.

Zones avec événements / Zones sans événements

Hypothèse : les résultats seront influencés par les événements qui s'y déroulent. La vitesse sera inférieure (par exemple : poursuite de voitures) ou supérieure (dépassement d'un autre véhicule en circulation) à la vitesse moyenne. Dans certaines zones critiques, le sujet est obligé de se déporter à gauche et la position latérale moyenne, par exemple, sera donc également influencée.

- ❺ **Effet TOUR** : variable à trois modalités.

Tours 1 / Tour 2 / Tour 3

Hypothèse : les comportements des sujets évolueront au fil du temps de conduite par le fait qu'il apparaît un phénomène d'habituation à la conduite simulée, à la condition expérimentale et à l'environnement de simulation, effets facilitateurs, contre-balancés par l'installation d'une fatigue générée par la tâche de conduite. Les comportements des sujets lors du troisième tour

de circuit seront différentes de ceux des deux premiers tours puisque dans ce tour de circuit, les sujets seront soumis à des interactions particulières avec l'environnement routiers.

- ⑥ **Effet TYPE de ROUTE** : variable à trois modalités qui différencie, dans les zones sans événements et à courbure constante (ZCC) du circuit, les 3 types de routes qui peuvent se présenter.

Droites / Courbes serrées / Courbes larges.

Hypothèse : les différences en terme de vitesse et de position latérale s'accroîtront à mesure qu'augmentera la difficulté à maintenir la trajectoire donc à mesure que les rayons de courbure seront plus petits.

- ⑦ **Effet ORDRE** : variable à deux modalités.

Champs visuel 1 et Conduite 2/ Champs visuel 2 et Conduite 1

Nous avons contrôlé dans les analyses statistiques que l'ordre dans lequel les sujets ont passé la tâche de conduite n'a pas eu d'influence majeure sur les comportements de conduite. Ce facteur montre un effet dans certaines interactions complexes. Cependant, comme il n'a jamais induit d'effet primaire significatif, nous avons effectué les analyses sans tenir compte de ce facteur.

2.10.4. Données subjectives

2.10.4.1. Le questionnaire d'anxiété/dépression

Nous effectuons une analyse de la variance pour mesures répétées d'une part pour la composante **Anxiété** et d'autre part pour la composante **Dépression**.

Nous considérons les facteurs *Age, Sexe, Groupe et Moment de la mesure*. Ce dernier facteur comporte trois modalités : mesure "Hors laboratoire", mesure "Avant la conduite", mesure "Après la conduite".

Hypothèse 1 : le niveau d'anxiété sera plus important dans la mesure "hors laboratoire" qu'avant les séances de conduite et il baissera après chaque séance de conduite.

Hypothèse 2 : le niveau d'anxiété sera globalement plus important chez les sujets âgés que chez les sujets plus jeunes.

Hypothèse 3 : le niveau de dépression mesuré "hors laboratoire" sera équivalent à celui mesuré avant chaque séance de conduite et ne différenciera pas les groupes d'âge, mais il augmentera après les séances de conduite, particulièrement chez les sujets âgés.

Hypothèse 4 : les niveaux de dépression et d'anxiété pourraient être plus importants chez les sujets *Sinistrés* comparativement aux sujets *Témoins*.

2.10.4.2. Les évaluations subjectives

Nous effectuons une analyse de la variance pour mesures répétées en considérant les facteurs *Age, Sexe, Groupe et Moment de la mesure*. Ce dernier facteur comporte deux modalités : mesure "Avant la conduite", mesure "Après la conduite".

Hypothèse : la tâche de conduite aura un impact sur les ressentis psychophysiologiques dans le sens d'une détérioration de la motivation, d'une augmentation de la fatigue et de la somnolence et d'une altération des états émotionnels. Ces effets pourraient se trouver potentialisés chez les sujets *Sinistrés*.

2.10.4.3. Le questionnaire de charge mentale (NASA TLX)

Nous effectuons une analyse de la variance pour mesures répétées en considérant les facteurs *Age, Sexe, Groupe*, sur le score moyen de charge mentale ainsi que sur les différentes notes qui le compose (note d'exigence mentale, physique, temporelle, de performance personnelle, de frustration et d'effort).

Hypothèse 1 : la charge mentale sera plus forte chez les sujets les plus âgés comparativement aux sujets jeunes.

Hypothèse 2 : la charge mentale sera plus forte chez les sujets *Sinistrés* comparativement aux sujets *Témoins*.

3. RESULTATS

3.1. La sélection des sujets

Sur les 242 sociétaires *Témoins* et les 286 sociétaires *Sinistrés*, contactés en vue d'une participation à l'expérience, nous avons obtenu l'accord de 116 personnes soit un taux de réponses de 22%.

Ces autorisations concernaient parfois la participation de couples de sociétaires, nous disposons donc ainsi de 55 sociétaires *Témoins* et de 65 sociétaires *Sinistrés* que nous pouvons contacter. Le tableau 1 représente les raisons invoquées par les sociétaires qui finalement n'ont pas participé à l'étude.

	Liste <i>Sinistrés</i>	Liste <i>Témoins</i>
Plus disponibles ou non joignables	6	16
Personnes à charge	2	
Voiture automatique pour cause de handicap	2	
Malades	5	5
Désistements	8	6
Ne conduisent plus	0	2
Pas de sinistre	12	
Sinistres		2
Venant de la liste sinistrés	30	-8
Venant de la liste témoin	-2	24
Hors liste (Epouses)		-2
Sujets sélectionnés	32	34
Total	65	55

Tableau 1 : Composition des listes et justifications de non-participation à l'étude pour les sociétaires qui avaient renvoyé l'autorisation de participation.

La population, finalement recrutée (tableau 2), présente les caractéristiques suivantes :

		N =	Age moyen	Hommes	Femmes
Sinistrés	Groupe complet	32	71,2 ±6,5	24	8
	60/68 ans	16	64	12	4
	69/77 ans	8	72,2	4	4
	78/86 ans	8	80,6	8	0
Témoins	Groupe complet	34	70,2 ±7,5	19	15
	60/68 ans	12	63,8	7	5
	69/77 ans	13	72,3	8	5
	78/86 ans	9	79,3	4	5

Tableau 2 : Représentation des caractéristiques de la population, issue des listes *Témoins* et *Sinistrés*, recrutée après l'obtention des autorisations.

Nous observons que les moyennes d'âge des sujets sont homogènes entre les deux groupes expérimentaux ainsi que dans chacun des trois sous-groupes de niveaux d'âge. Par contre, la répartition des hommes et des femmes n'est pas homogène, particulièrement dans le

groupe *Sinistrés* dans lequel on trouve nettement moins de femmes que d'hommes ; le sous-groupe des 78/86 ans n'en comporte aucune.

Nous n'observons pas de disparités en comparant, selon le nombre de sinistres, d'une part les rapports entre le nombre de personnes contactées et le nombre de personnes qui ont renvoyé leur autorisation (figure 6) et d'autre part, entre la moyenne d'âge des sociétaires *Sinistrés* qui ont renvoyé leur autorisation de participation et celle des sociétaires contactés (figure 7).

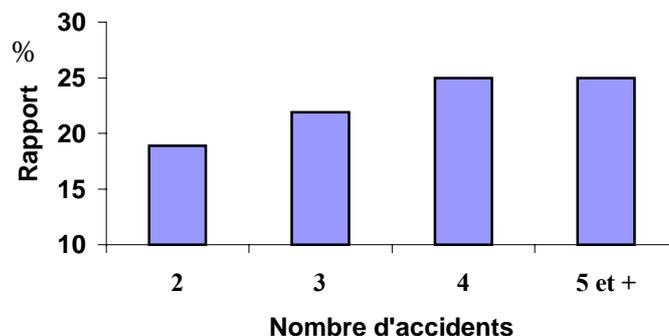


Figure 6 : Représentation, selon le nombre d'accidents, du rapport entre le nombre de sujets contactés et le nombre de sujets qui ont répondu.

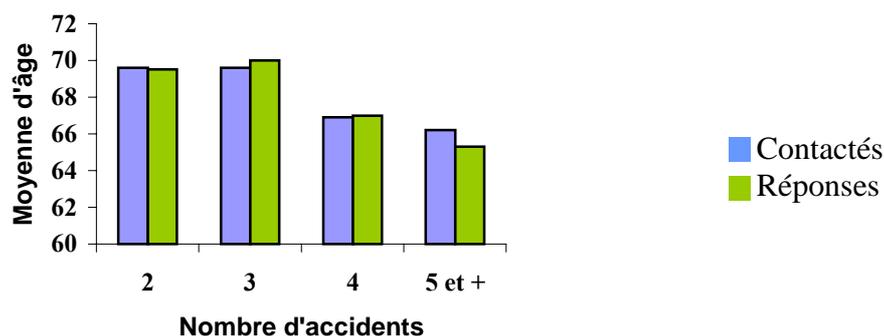


Figure 7 : Représentation, selon le nombre d'accidents, de la moyenne d'âge des sujets sélectionnés dans la liste des *Sinistrés* (contactés) comparée à la moyenne d'âge des sujets qui ont répondu.

Suite au questionnaire de conduite, dans lequel nous avons interrogé les sujets quant à leur accidentologie, la répartition des groupes est modifiée.

La définition des groupes est alors la suivante :

- * les sujets du groupe *Sinistrés* ont 2 ou plus d'accidents ;
- * les sujets du groupe *Témoins* présentent au plus un accident.

Nous avons exclu des analyses une femme du groupe *Sinistrés* parmi les sujets âgés de 71/86 ans. Les atteintes cognitives de ce sujet sont nettement plus importantes que celles des autres sujets et il s'avère d'ailleurs que cette femme ne conduit plus. L'inclusion de ses performances induirait un biais de population. Nous aboutissons donc à la population expérimentale suivante (tableau 3) :

		N =	Age moyen	Hommes		Femmes	
Sinistrés	Groupe complet	36	71,4	26	71,1	10	71,7
	60/70 ans	18	66,3	12	64,5	6	68,2
	71/86 ans	18	76,5	14	77,7	4	75,3
Témoins	Groupe complet	28	70,6	16	71,5	12	69,8
	60/70 ans	12	64,5	7	65	5	64
	71/86 ans	16	76,8	9	78,1	7	75,6

Tableau 3 : Composition de la population expérimentale totale.

Nous avons finalement décidé de constituer seulement deux groupes de niveaux d'âge pour disposer d'un nombre suffisant de sujets dans chaque groupe. Le choix de la répartition des âges se justifie par le fait que la littérature mentionne habituellement que les difficultés lors de la conduite automobile apparaissent après 70 ans.

3.2. L'examen neuropsychologique

3.2.1. Le temps de réaction

L'analyse des temps de réaction sans avertisseur montre que les *Seniors 1* (275ms±47ms) tendent à présenter des temps de réaction plus rapides que les *Seniors 2* (311ms±65ms) - [$F_{(1,56)}=3,62$; $p=0,06$]. Les écarts à la moyenne sont moins dispersés chez les *Seniors 1* comparativement aux *Seniors 2* [$F_{(1,56)}=5,34$; $p<0,05$]. De même, le temps de réaction des hommes (275ms) tend à être meilleur que celui des femmes (310ms) - [$F_{(1,56)}=3,46$; $p=0,07$]. Dans l'analyse des temps de réaction avec avertisseur, l'effet du facteur Sexe persiste aussi bien dans la comparaison des moyennes [$F_{(1,56)}=7,5$; $p<0,01$] que des écarts à la moyenne [$F_{(1,56)}=4,83$; $p=0,05$].

3.2.2. La WAIS

L'analyse du quotient intellectuel total (QIT) montre un effet de l'Age [$F_{(1,56)}=11,40$; $p<0,01$]. Les *Seniors 2* (114) présentent un QIT globalement plus élevé que les *Seniors 1* (105). Nous obtenons un effet du Sexe [$F_{(1,56)}=12,10$; $p<0,001$], le QIT des hommes (114) est globalement plus élevé que celui des femmes (105). Les sujets du groupe *Sinistrés* (106) présentent un QIT moins important que les sujets du groupe *Témoins* (114) - [$F_{(1,56)}=8,9$; $p<0,01$].

Nous obtenons une interaction des facteurs Age et Groupe [$F_{(1,56)}=6,44$; $p<0,05$] qui montre que les *Seniors 2* du groupe *Témoins* présentent un QIT plus important que ceux du groupe *Sinistrés*. L'influence de l'âge sur le QIT est plus importante dans le groupe des *Témoins* que dans le groupe des *Sinistrés* (figure 8).

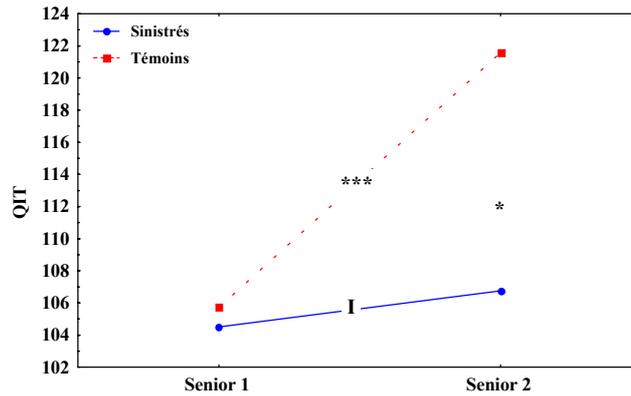


Figure 8 : Niveau du QIT en fonction de l'âge et de l'augmentation ou non de la sinistralité. *** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; I $p = 0,07$.

L'interaction des facteurs Sexe, Groupe et Age [$F_{(1,56)}=5,22$; $p < 0,05$] – (figure 9) précise que l'influence de l'âge sur le QIT concerne essentiellement les femmes du groupe Seniors 2.

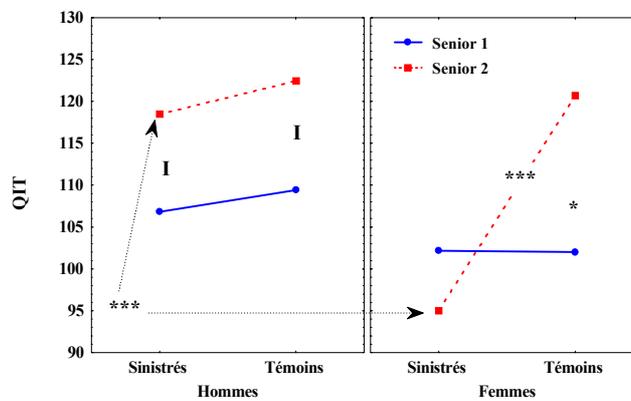


Figure 9 : Niveau du QIT en fonction de l'âge, du sexe et de l'augmentation ou non de la sinistralité. *** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; I $p = 0,07$.

Dans l'analyse des QIV et QIP, nous retrouvons les différences significatives des facteurs interindividuelles décrites pour le QIT (Sexe [$F_{(1,56)}=7,2$; $p < 0,01$], Groupe [$F_{(1,56)}=7,69$; $p < 0,01$] et Age [$F_{(1,56)}=8,27$; $p < 0,01$]. Les sujets présentent globalement un QIV (111) plus important que le QIP (103) - [$F_{(1,56)}=24,36$; $p < 0,001$]. Nous obtenons une interaction des facteurs Sexe et Age [$F_{(1,56)}=5$; $p < 0,05$] – (figure 10) qui montre que cette différence entre le QIV et le QIP, selon l'âge, concerne essentiellement les femmes.

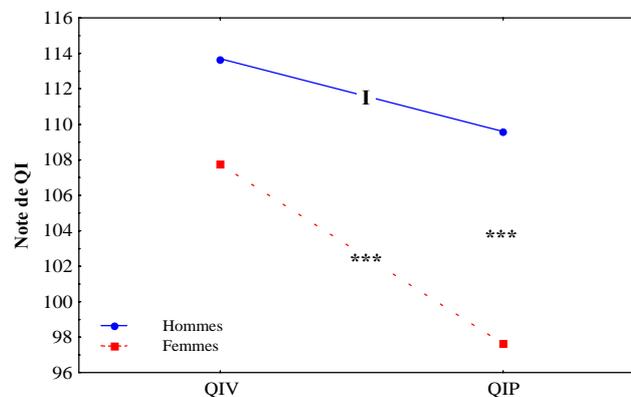


Figure 10 : Représentation des valeurs du QIV et du QIP en fonction du sexe des sujets. *** $p < 0,001$, I $p = 0,08$.

Dans l'analyse des indices de compréhension verbale (ICV), d'organisation perceptive (IOP), de mémoire de travail (MT) et de vitesse du traitement de l'information (IVT), nous obtenons un effet des facteurs **Groupe** [$F_{(1,56)}=4,71$; $p<0,05$] et **Age** [$F_{(1,56)}=4,05$; $p<0,05$] et une interaction des facteurs **Groupe, Sexe et Age** [$F_{(1,56)}=4,35$; $p<0,05$].

Le niveau des indices IOP, MT et IVT est globalement significativement plus faible que l'ICV [$F_{(3,168)}=14,16$; $p<0,001$] – (figure 11).

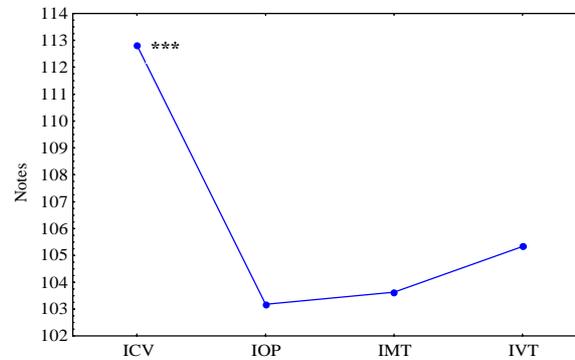


Figure 11 : Représentation du niveau des indices de compréhension verbale (ICV), d'organisation perceptive (IOP), de mémoire de travail (MT) et de vitesse de traitement de l'information (ICV). *** $p<0,001$

L'interaction des facteurs **Sexe et Indices** [$F_{(3,168)}=7,35$; $p<0,001$] – (figure 12) montre que les femmes présentent un niveau d'organisation perceptive significativement moins bon que celui des hommes.

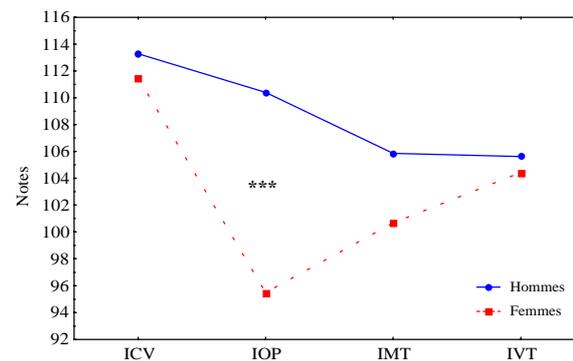


Figure 12 : Représentation du niveau des indices ICV, IOP, IVT et MT, en fonction du sexe des sujets. *** $p<0,001$.

L'interaction des facteurs **Groupe et Indice** [$F_{(3,168)}=3,13$; $p<0,05$] – (figure 13) montre que les sujets *Sinistrés* présentent de moins bonnes performances en organisation perceptive et en mémoire de travail que les sujets *Témoins*.

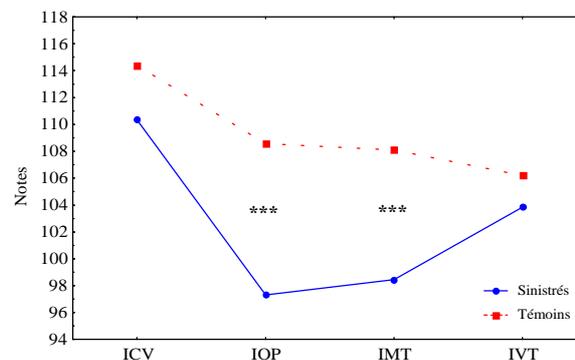


Figure 13 : Représentation des niveaux ICV, IOP, IVT et MT, selon la sinistralité des sujets. *** $p<0,001$.

L'interaction des facteurs **Indice**, **Sexe** et **Groupe** n'est qu'indicative [$F_{(3,168)}=2,14$; $p=0,095$]. La comparaison des moyennes apporte des éléments plus précis que les résultats précédents :

- Seuls les hommes *Témoins* ne présentent pas de dissociation entre les différents indices mesurés.
- L'IOP est moins performante chez les femmes comparativement à celle des hommes, quel que soit l'état de la sinistralité (*Témoins* : $p<0,01$; *Sinistrés* : $p<0,05$).
- Chez les femmes *Sinistrées*, l'IMT tend à être moins bon que chez les hommes *Sinistrés* ($p=0,058$).
- Chez les hommes *Sinistrés*, on observe également une IOP moins performante que chez les hommes *Témoins*.
- Chez les femmes, on observe que ICV est moins performant lorsqu'elles appartiennent au groupe *Sinistrés* ($p=0,078$), mais les deux groupes ne se différencient pas dans l'IVT. Par contre, chez les hommes, on observe le phénomène inverse.

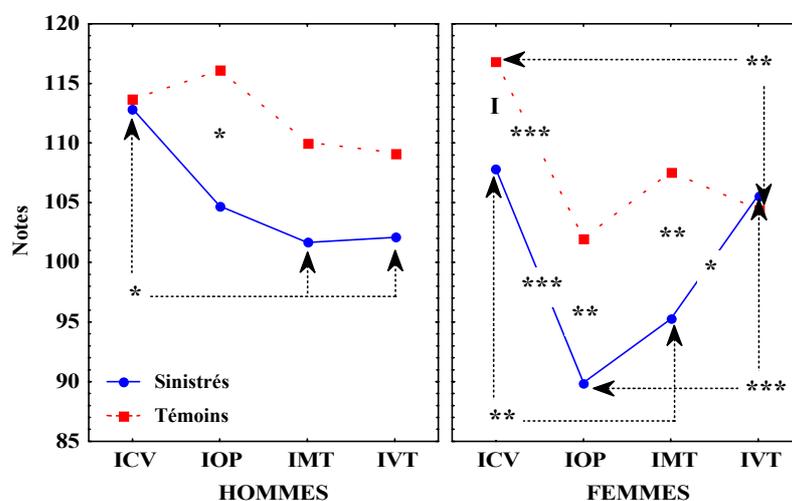


Figure 14 : Représentation des niveaux ICV, IOP, IVT et MT, selon le sexe et la sinistralité des sujets. *** $p<0,001$; ** $p<0,01$; * $p<0,05$; | $p<0,1$.

3.2.3. La NorSDSA

L'analyse du nombre d'omissions au test de Bourdon Wiesmar montre une interaction **Sexe** et **Groupe** [$F_{(1,55)}=8,38$; $p<0,01$] – (figure 15). Les hommes du groupe *Témoins* font plus d'omissions que les femmes de ce même groupe. Les femmes *Sinistrées* présentent également plus d'omissions que leurs homologues *Témoins*.

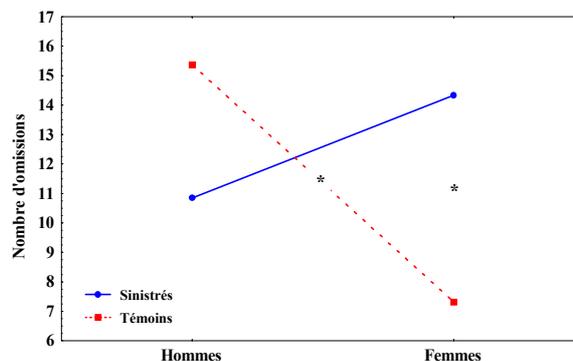


Figure 15 : Représentation du nombre d'omissions selon le sexe des sujets et la sinistralité. * $p<0,05$.

Le temps d'exécution différencie les sujets selon leur âge [$F_{(1,55)}=19,98$; $p<0,001$], les *Seniors 1* (378ms) effectuent la tâche plus rapidement que les *Seniors 2* (505ms). Nous obtenons un effet du facteur **Sexe** [$F_{(1,55)}=3,79$; $p=0,056$] les hommes (414ms) tendent à effectuer la tâche plus rapidement que les femmes (469ms).

L'interaction des facteurs **Sexe**, **Age** et **Groupe** [$F_{(1,56)}=5,71$; $p<0,05$] – (figure 16) montre que le temps d'exécution de la tâche affecte essentiellement le groupe des *Seniors 2*. Il est plus important chez les femmes *Seniors 2* du groupe *Sinistrés* comparativement à celles du Groupe *Seniors 1* et aux femmes *Seniors 2* du groupe *Témoins*. Dans le groupe des sujets les plus âgés, le temps d'exécution de la tâche est plus long chez les femmes du groupe *Sinistrées* que chez les hommes de ce même groupe. Chez les hommes, le temps d'exécution est plus long chez les sujets les plus âgés (*Seniors 2*) du groupe *Témoins* comparativement aux plus jeunes (*Seniors 1*).

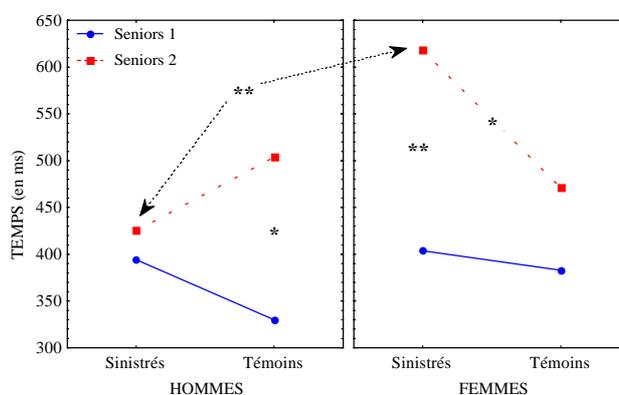


Figure 16 : Représentation du temps d'exécution au test de Bourdon-Wiesmar, selon le sexe, l'âge et la sinistralité des sujets. ** $p<0,01$; * $p<0,05$.

L'analyse de la tâche de classement bidirectionnel des véhicules montre un effet de l'**Age** [$F_{(1,56)}=8,95$; $p<0,01$]. Les sujets les plus âgés (*Senior 2* : 23,9) présentent un score moins bon que les sujets les plus jeunes (*Seniors 1* : 29,4). Nous obtenons également une interaction des facteurs **Sexe**, **Groupe** et **Age** [$F_{(1,56)}=6,34$; $p<0,05$] – (figure 17) qui montre que se sont les femmes les plus âgées du groupe *Sinistrés* qui présentent le score le moins bon, comparativement aux autres groupes.

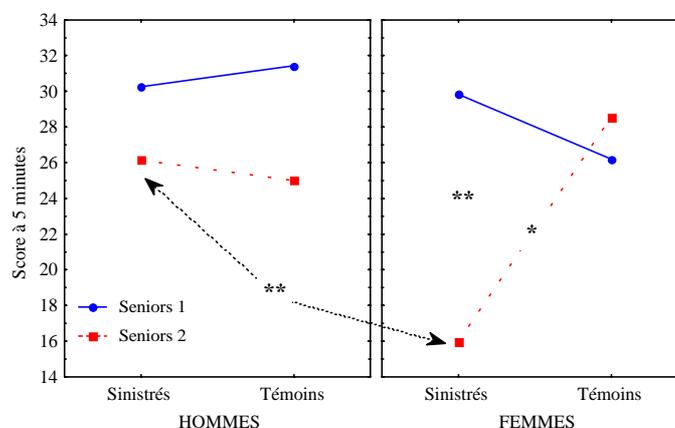


Figure 17 : Représentation du score après 5 minutes, à la tâche de direction, selon le sexe, l'âge et la sinistralité des sujets. ** $p<0,01$; * $p<0,05$.

L'analyse de la tâche de classement multidirectionnel des véhicules montre un effet du Sexe [$F_{(1,56)}=6,31$; $p<0,05$]. Les femmes (20,9) obtiennent globalement un score moins important que les hommes (25,1). Le score des sujets les plus âgés (*Seniors 2* : 20,5) est globalement moins important que celui des sujets les moins âgés (*Seniors 1* : 25,5). L'interaction des facteurs Groupe et Age [$F_{(1,56)}=4,23$; $p<0,05$] – (figure 18) montre que les *Seniors 2* du groupe *Sinistrés* présentent un score significativement moins bon que celui des autres groupes de sujets.

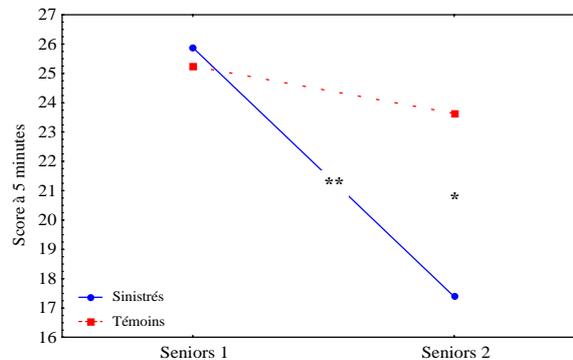


Figure 18 : Représentation du score après 5 minutes, à la tâche de la boussole, selon l'âge et le groupe de sinistralité. ** $p<0,01$; * $p<0,05$.

La comparaison des moyennes de l'interaction Sexe, Groupe et Age (figure 19) permet de préciser que les femmes *Seniors 2* du groupe *Sinistrés* tendent à présenter un score moins bon que leurs homologues masculins ($p=0,089$). Les femmes *Sinistrés* du groupe *Senior 2* présentent un score moins bon que celles du groupe *Senior 1* et le même résultat se profile avec celles du groupe *Témoin Senior 2* ($p=0,087$).

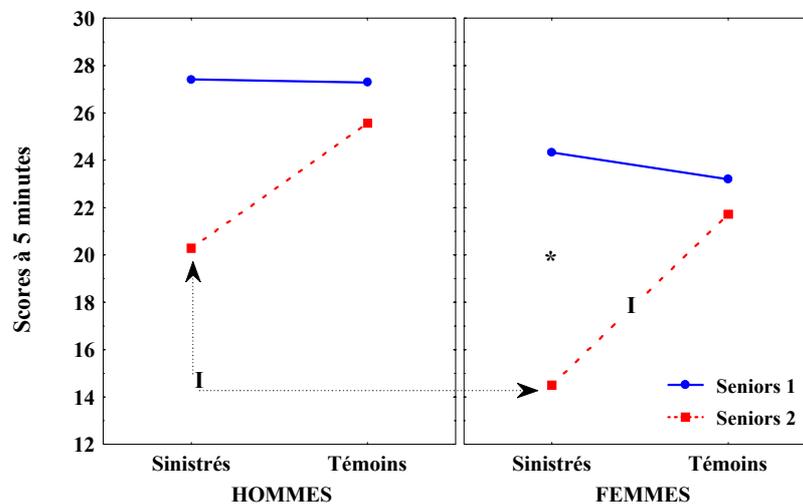


Figure 19 : Représentation du score après 5 minutes, à la tâche de la boussole, selon le sexe, l'âge et le groupe de sinistralité. I $p<0,1$; * $p<0,05$.

L'analyse du classement des panneaux montre un effet de l'Age [$F_{(1,56)}=8,47$; $p<0,01$]. Les *Seniors 1* (7,2) classent plus de panneaux que les *Seniors 2* (5,7). Les hommes (7) classent plus de panneaux que les femmes (5,9) - [$F_{(1,56)}=4,54$; $p<0,05$]. Nous obtenons une interaction des facteurs Groupe et Age [$F_{(1,56)}=7,61$; $p<0,01$] – (figure 20) qui montre que les *Seniors 2* du groupe *Sinistrés* classent moins de panneaux que les *Seniors 1* de ce même groupe, alors que chez les sujets *Témoins*, l'âge n'a pas cette influence.

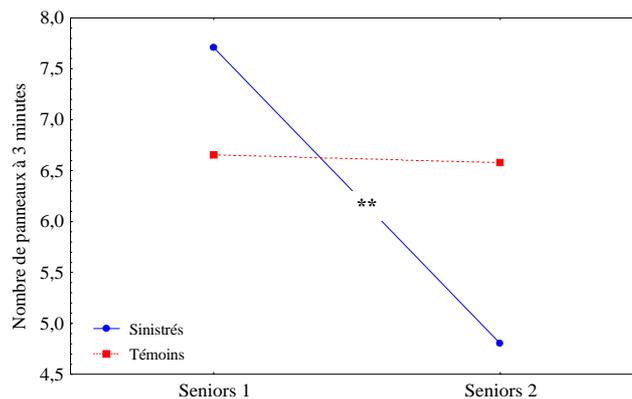


Figure 20 : Représentation du nombre de panneaux classés correctement après 3 minutes de test, selon l'âge des sujets et la sinistralité. ** $p < 0,01$.

La comparaison des moyennes de l'interaction **Sexe, Age et Groupe** (figure 21) permet de préciser que dans le groupe des femmes *Seniors 2*, les sujets *Sinistrés* tendent à un score moins bon que les sujets *Témoins* ($p=0,06$). Les femmes *Seniors 2* du groupe *Sinistrés* présentent également un score moins bon que les femmes *Seniors 1*.

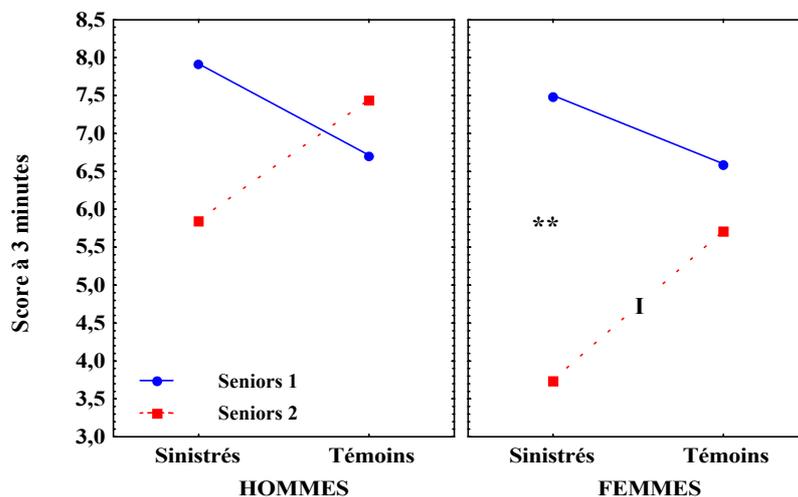


Figure 21 : Représentation du nombre de panneaux classés correctement après 3 minutes de test, selon le sexe, l'âge des sujets et la sinistralité. ** $p < 0,01$; I $p < 0,1$.

L'analyse du score de la NordSDAS montre un effet de l'Age [$F_{(1,56)}=7,61$; $p < 0,01$]. Les sujets les plus jeunes (*Seniors 1* : 1,76) présentent un score plus élevé que les sujets les plus âgés (*Seniors 2* : 1,12).

Nous obtenons également une interaction des facteurs **Groupe et Age** [$F_{(1,56)}=4,8$; $p < 0,05$] – (figure 22). Les sujets, les plus âgés (*Senior 2*) du groupe *Sinistrés* présentent un score moins bon que ceux du groupe *Témoins*, leur score est aussi moins bon que celui des sujets *Sinistrés* mais plus jeunes (*Seniors 1*).

L'interaction des facteurs **Sexe, Groupe et Age** (figure 23) permet de préciser que :

- dans le groupe des sujets *Sinistrés* les plus âgés (*Seniors 2*), les femmes présentent un score moins bon que leurs homologues masculins.
- dans le groupe des sujets les plus âgés (*Seniors 2*), la différence des scores entre les sujets *Sinistrés* et les sujets *Témoins*, n'est pas significative chez les hommes, alors que les femmes *Sinistrées* présentent un score significativement moins bon que les femmes *Témoins*.

- de même, dans le groupe des sujets *Sinistrés*, la différence des scores entre les *Seniors 1* et les *Seniors 2* n'est pas significative chez les hommes, alors que les femmes *Sinistrées* présentent un score significativement moins bon que les femmes *Témoins*.

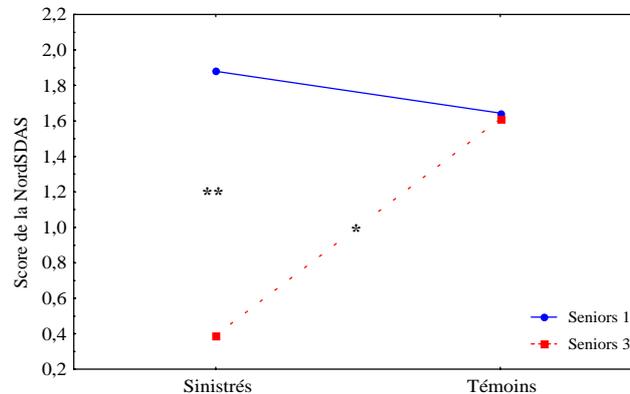


Figure 22 : Représentation du score de la NordSDAS selon l'âge des sujets et le groupe de sinistralité. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

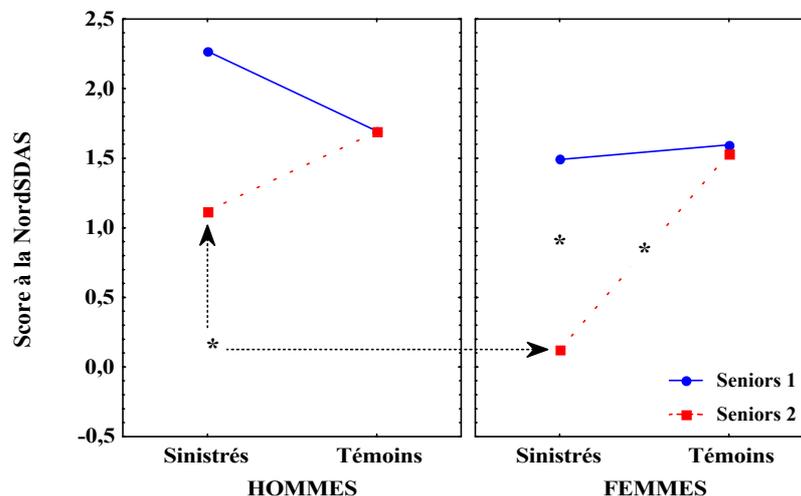


Figure 23 : Représentation du score de la NordSDAS selon le sexe, l'âge des sujets et le groupe de sinistralité. * $p < 0,05$.

3.2.4. Le Trail Making Test

L'analyse du Trail Making Test montre un effet de l'Age [$F_{(1,56)}=9,58$; $p < 0,01$]. Les sujets les plus âgés (*Seniors 2*) présentent en moyenne pour les deux parties du test, un temps d'exécution plus important que les sujets plus jeunes (*Seniors 1*). Nous obtenons également un effet du facteur Groupe [$F_{(1,56)}=4,7$; $p < 0,05$]. Le temps d'exécution des sujets Sinistrés est globalement plus long que celui des sujets Témoins. Nous obtenons également des interactions significatives des facteurs Groupe et Age [$F_{(1,56)}=5,3$; $p < 0,05$] et des facteurs Sexe, Groupe et Age [$F_{(1,56)}=4,85$; $p < 0,05$].

Le temps d'exécution de la partie B (127 ms) est plus long que celui de la partie A (49,7 ms) - [$F_{(1,56)}=123,58$; $p < 0,001$]. Nous obtenons les interactions suivantes : Tâche et Groupe [$F_{(1,56)}=5,31$; $p < 0,05$], Tâche et Age [$F_{(1,56)}=7,37$; $p < 0,01$], Tâche, Groupe et Age [$F_{(1,56)}=4,47$;

$p < 0,05$] et Tâche, Sexe, Groupe et Age [$F_{(1,56)}=5,35$; $p < 0,05$] – (figure 24). Cette dernière interaction montre que :

Les hommes *Sinistrés*, les plus jeunes (*Seniors 1*) ont tendance à présenter des temps d'exécution plus long au Trail B comparativement au temps du Trail A ($p=0,093$), chez les *Témoins*, cette différence n'est pas significative. Chez les sujets les plus âgés (*Seniors 2*), le temps d'exécution du Trail B est en moyenne plus long que le temps d'exécution du Trail A quel que soit leur groupe d'appartenance.

Les femmes les plus jeunes (*Seniors 1*) présentent un temps d'exécution plus important au Trail B comparativement à celui du Trail A, quel que soit leur groupe d'appartenance (*Sinistrés*, Trail A/Trail B : $p=0,052$). Les femmes *Sinistrées* les plus âgées (*Seniors 2*) présentent un temps d'exécution au Trail B significativement plus important que leur temps au Trail A, alors que cette différence n'est pas observée chez les *Témoins*.

Les femmes *Sinistrées* les plus âgées (*Seniors 2*) présentent également un temps d'exécution du Trail B plus important que celui de leurs homologues masculins.

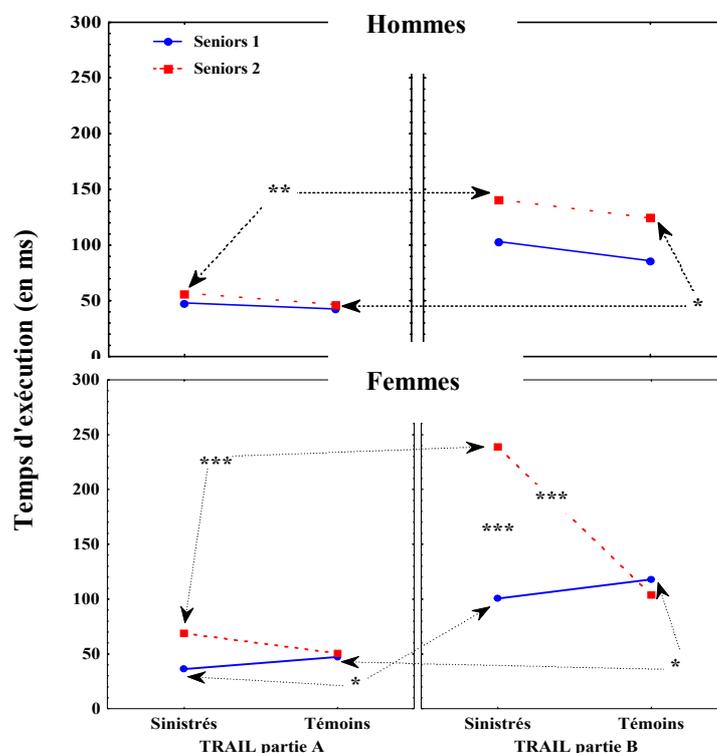


Figure 24 : Représentation du temps d'exécution du Trail Making Test, selon le sexe, l'âge et la sinistralité des sujets. * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$.

3.2.5. Le STROOP Test

L'analyse pour mesures répétées sur les listes A,B,C montre que le nombre des items lus décroît significativement de la liste A à la liste C [$F_{(2,104)}=415$; $p < 0,001$]. L'interaction des facteurs Sexe et Liste [$F_{(2,104)}=8,28$; $p < 0,001$] – (figure 25) montre que les femmes restituent globalement plus d'items aux listes A et B que les hommes, alors qu'elles restituent moins d'items que les hommes à la lecture de la liste C, cette dernière différence n'est cependant pas significative.

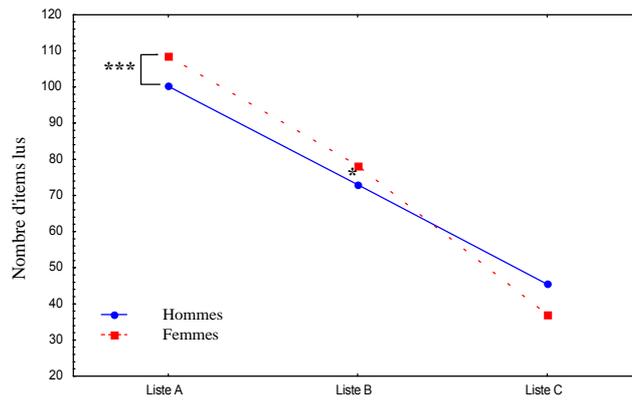


Figure 25 : Représentation du nombre d'item lus selon la liste (A, B ou C) et le sexe des sujets. ***p<0,001 ; *p<0,05.

Nous obtenons également une interaction des facteurs Groupe et Liste. Les sujets *Sinistrés* restituent moins d'items à la liste C que les sujets *Témoins* [$F_{(2,104)}=3,99$; $p<0,05$] – (figure 26).

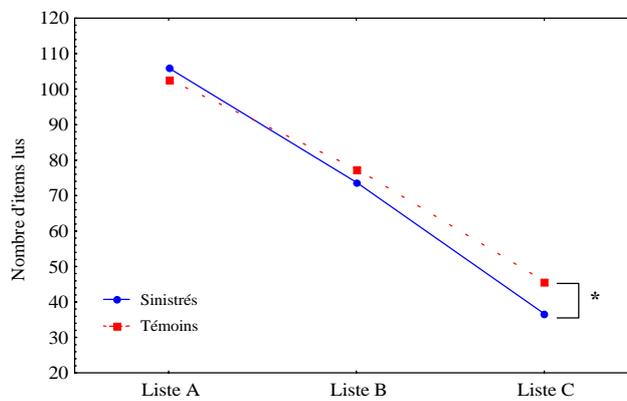


Figure 26 : Représentation du nombre d'item lus selon la liste (A, B ou C) et la sinistralité. ***p<0,001 ; *p<0,05.

La comparaison des moyennes de l'interaction Groupe, Liste et Sexe (figure 27) précise que chez les femmes, les sujets *Sinistrés* lisent plus d'item à la liste A que les sujets *Témoins* ; il n'y a pas de différence entre les deux groupes dans les listes B et C. Chez les hommes, il n'apparaît pas de différence entre les groupes pour les listes A et B, alors que les sujets *Témoins* lisent plus d'item dans la liste C que les sujets *Sinistrés*.

Les femmes *Sinistrés* lisent plus d'item dans la liste A que les hommes *Sinistrés* et les hommes *Témoins* lisent plus d'item dans la liste C que les femmes *Témoins*.

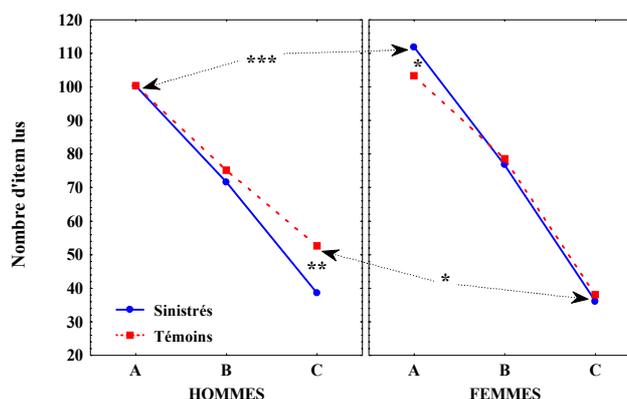


Figure 27 : Représentation du nombre d'item lus selon la liste (A,B,C), le sexe et le groupe de sinistralité des sujets. *p<0,05 ; **p<0,01 ; ***p<0,001.

3.3. Le questionnaire de conduite

3.3.1. Généralités

L'analyse du statut marital (tableau 4) montre que les hommes vivent plus souvent en couple que les femmes. On peut remarquer que particulièrement les femmes *Sinistrés*, les plus âgées (*Seniors 2*) sont majoritairement seules et n'ont donc pas de conjoint qui pourrait conduire à leur place. D'ailleurs, quel que soit le groupe considéré, les sujets *Sinistrés* sont plus souvent veufs que les sujets *Témoins*.

	SINISTRES				TEMOINS			
	SENIORS 1		SENIORS 2		SENIORS 1		SENIORS 2	
	H	F	H	F	H	F	H	F
Mariés	75	50	92,3	25	100	80	88,9	42,8
Veufs	16,7	50	7,7	75	0	20	0	42,8
Célibataires	8,3	0	0	0	0	0	11,1	14,3

Tableau 4 : Représentation du statut marital selon le sexe, l'âge et la sinistralité des sujets.

La grande majorité des sujets de cette étude sont citadins (tableau 5). Seuls les hommes et femmes les plus jeunes du groupe *Témoins* sont plus nombreux que les sujets des autres groupes à habiter à la campagne.

	SINISTRES				TEMOINS			
	SENIORS 1		SENIORS 2		SENIORS 1		SENIORS 2	
	H	F	H	F	H	F	H	F
Ville	100	83,3	92,3	100	57,1	60	100	100
Campagne	0	16,7	7,7	0	42,9	40	0	0

Tableau 5 : Représentation du lieu d'habitation selon le sexe, l'âge et la sinistralité des sujets.

La plupart des sujets de cette étude ont une boîte de vitesse manuelle (tableau 6). Seules les femmes *Sinistrées Seniors 1* utilisent plus souvent que les autres une boîte automatique.

	SINISTRES				TEMOINS			
	SENIORS 1		SENIORS 2		SENIORS 1		SENIORS 2	
	H	F	H	F	H	F	H	F
Manuelle	91,7	66,7	92,3	100	100	100	88,9	85,7
Automatique	8,3	33,3	7,7	0	0	0	11,1	14,3

Tableau 6 : Représentation du système de changement de vitesse selon le sexe, l'âge et la sinistralité des sujets.

Dans cette population, les sujets *Sinistrés*, les plus jeunes, sont plus souvent seuls à conduire que leurs homologues *Témoins* respectifs et cette tendance s'inverse chez les sujets les plus âgés (tableau 7).

	SINISTRES				TEMOINS			
	SENIORS 1		SENIORS 2		SENIORS 1		SENIORS 2	
	H	F	H	F	H	F	H	F
Seuls à conduire	50	66,7	30,8	50	28,6	40	66,7	57,2
Pas seuls à conduire	50	33,3	69,2	50	71,4	60	33,3	42,8

Tableau 7 : Représentation du pourcentage de personnes qui sont (ou qui ne sont pas) seules à conduire, selon le sexe, l'âge et la sinistralité des sujets.

On peut remarquer que dans la majorité des couples, les conjoints ont la capacité de conduire. Seuls les hommes *Seniors 2* du groupe *Témoins* se différencient nettement (tableau 8).

	SINISTRES				TEMOINS			
	SENIORS 1		SENIORS 2		SENIORS 1		SENIORS 2	
	H	F	H	F	H	F	H	F
Conjoints conduisent	66,7	66,7	83,3	100	100	75	37,5	100

Tableau 8 : Représentation du pourcentage de conjoint qui conduisent dans la population des sujets mariés, selon le sexe, l'âge et la sinistralité des sujets.

Les hommes (61,3 ans) prennent leur retraite à un âge plus tardif que les femmes (57 ans) - [$F_{(1,53)}=13,03$; $p<0,001$]. Nous obtenons également une interaction des facteurs **Groupe** et **Age** [$F_{(1,53)}=5,38$; $p<0,05$] et une interaction des facteurs **Sexe**, **Groupe** et **Age** [$F_{(1,53)}=12,44$; $p<0,001$] – (figure 28). Cette dernière montre que :

- l'âge de départ à la retraite ne différencie pas significativement les hommes ;
- dans le groupe des femmes *Sinistrés*, les sujets les plus jeunes (*Seniors 1*) ont pris leur retraite plus précocement que les sujets les plus âgés (*Seniors 2*), alors que l'inverse est observé chez les sujets *Témoins* ;
- les femmes *Sinistrés* les plus âgées (*Seniors 2*) partent plus tôt en retraite que leur homologues masculins, alors que cette différence n'est pas observée chez les sujets *Témoins* du même groupe d'âge. Par contre, on observe le même phénomène chez les sujets *Témoins* les plus âgés (*Seniors 2*) ; les femmes partent à la retraite plus tôt que les hommes.

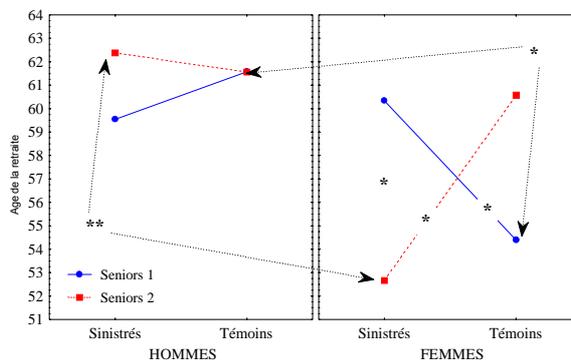


Figure 28 : Représentation de l'âge de départ à la retraite selon le sexe, l'âge et le groupe de sinistralité des sujets. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

Les sujets les plus âgés (*Seniors 2* : 26,8 ans) ont obtenu leur permis de conduire à un âge plus avancé que les sujets les plus jeunes (*Seniors 1* : 22,8 ans) - [$F_{(1,56)}=4,31$; $p<0,05$]. Sur

cette variable, on n'observe pas d'effet du facteur **Sexe** : hommes : moy. 25 ans ; femmes : moy. 24,8.

Les femmes (38,7 ans) totalisent moins d'années de conduite que les hommes (45,4 ans) - [$F_{(1,56)}=5,45$; $p<0,05$]. Sur cette variable, on n'observe pas d'effet du facteur **Groupe** : *Sinistrés* : moy. 42,8 ans ; *Témoins* : moy. 41,3.

3.3.2. *L'utilité de la voiture au quotidien*

Question : Indiquez les circonstances dans lesquelles vous utilisez votre voiture.

Question : y-a-t-il une ou des activité(s) que vous ne pourriez plus assumer si vous ne pouviez plus conduire ?

Les activités proposées sont les suivantes : loisirs, travail, courses quotidiennes, courses exceptionnelles, vacances, activités associatives, bénévolat, véhiculer vos parents, véhiculer vos petits-enfants, véhiculer des personnes âgées non motorisées, autres. Plusieurs choix sont possibles, il n'est pas tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés.

Les groupes ne se différencient pas significativement quant aux activités pour lesquelles ils utilisent la voiture. Les *Témoins* sont cependant plus nombreux à véhiculer des personnes âgées non motorisées que les sujets *Sinistrés* [$\chi^2_{1ddl} = 4,2$; $p<0,05$]. Le χ^2 de Pearson est significatif [$\chi^2_{9ddl} = 35,19$; $p<0,001$] dans la comparaison des deux groupes, quant aux activités qui leur seraient difficilement accessibles sans voiture (tableau 9). Dans cette analyse, il apparaît que la pratique des activités associatives serait plus difficile pour les *Sinistrés* que pour les *Témoins*, s'ils ne disposaient plus d'une voiture [$\chi^2_{2ddl} = 7,7$; $p<0,01$].

Nous avons effectué le rapport, pour chaque groupe, du pourcentage de personnes qui utilisent la voiture pour une activité spécifique et du pourcentage de personnes pour lesquelles il serait difficile d'effectuer cette activité s'ils n'étaient pas motorisés (tableau 10). Plus ce rapport est grand, moins la nécessité de conduire est importante pour une activité donnée. La comparaison entre les groupes n'est pas significative. On remarquera cependant que ce rapport est élevé chez les *Témoins* pour les "activités associatives" et dans les deux groupes pour le "bénévolat". Il montre une différence importante entre les *Sinistrés* et les *Témoins* pour la rubrique "activités associatives", ce qui confirme le résultat décrit ci-dessus.

	Utilisation de la voiture		Activités difficiles sans voiture	
	Témoins	Sinistrés	Témoins	Sinistrés
Loisirs	89,3	88,6	35,7	42,7
Travail	7,1	11,4	3,6	5,7
Courses quotidiennes	32,1	42,9	21,4	22,7
Courses exceptionnelles	75	74,3	39,3	48,6
Vacances	85,7	85,7	28,6	28,6
Activités associatives	53,6	54,3	7,4	37,1
Bénévolat	57,1	65,7	7,1	14,3
Véhiculer vos parents	14,3	17,1	21,4	14,3
Véhiculer vos petits-enfants	60,7	57,1	39,3	42,7
Véhiculer des personnes âgées non motorisées	57,1	31,4	53,6	25,7

Tableau 9 : Récapitulatif en pourcentage des activités pour lesquelles les sujets utilisent la voiture et lesquelles leur seraient difficilement accessibles sans voiture.

	Témoins	Sinistrés
Loisirs	2,5	2,1
Travail	2,0	2,0
Courses quotidiennes	1,5	1,9
Courses exceptionnelles	1,9	1,5
Vacances	3,0	3,0
Activité associatives	7,2	1,5
Bénévolat	8,0	4,6
Véhiculer vos parents	0,7	1,2
Véhiculer vos petits-enfants	1,5	1,3
Véhiculer des personnes âgées non motorisées	1,1	1,2

Tableau 10 : Rapport par groupe et par activité, du pourcentage de personnes qui utilisent la voiture pour une activité spécifique et du pourcentage de personnes pour lesquelles il serait difficile d'effectuer cette activité s'ils n'étaient pas motorisés.

Question : Quel est, dans l'ordre d'importance, le qualificatif ou la représentation de la conduite automobile pour vous ?

Les qualificatifs proposés sont les suivants : nécessité, plaisir, utilitaire, indépendance, un moyen de transport, liberté, autre. Plusieurs choix sont possibles, il est tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés. Les réponses sont affectées d'un coefficient (réponses données en position 1 = x7, celles données en position 2 = x6, celles données en position 3 = x5.....celles données en position 7 = x1)

Tous les qualificatifs de la conduite sont choisis par un grand nombre de sujets. Si l'on ne considère que le nombre de choix, sans tenir compte de l'importance accordé à tel ou tel qualificatif, les groupes ne se révèlent pas significativement différents. Cependant, les sujets *Témoins* insistent plus sur la nécessité de la voiture, alors que les sujets *Sinistrés* sont plus nombreux à considérer qu'il s'agit en fait d'un moyen de transport (tableau 11).

	Témoins	Sinistrés
Nécessité	82,1	65,7
Plaisir	64,3	65,7
Utilitaire	78,6	74
Indépendance	82,1	82,8
Moyen de transport	57,1	80
Liberté	78,6	77,1
Gain de temps	67,8	62,8

Tableau 11 : Représentation, en pourcentage, de la fréquence de choix pour chaque qualificatif, selon les groupes de sinistralité.

Par contre, les groupes se différencient par l'ordre d'importance qu'ils attribuent aux qualificatifs proposés [$\chi^2_{6ddl} = 64,25$; $p < 0,001$]. Ainsi, pour les deux groupes, le qualificatif le plus important est l'indépendance et le moins important le plaisir. Les sujets *Témoins* privilégient ensuite la nécessité et l'utilité de la voiture, alors que les sujets *Sinistrés* insistent sur la liberté est le fait qu'il considère la voiture comme un moyen de transport.

Question : Si vous ne pouviez plus conduire, pensez-vous que vos rapports avec votre entourage seraient changés ?

Oui/Non

Si oui avec qui ?

Les propositions sont les suivantes : enfants, petits enfants, amis, relations, autres. Plusieurs choix sont possibles, il n'est pas tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés.

65,7% des *Sinistrés* et 60,1% des *Témoins* pensent que les rapports qu'ils ont avec leur entourage seraient changés s'ils ne pouvaient plus conduire. Les deux groupes ne se distinguent pas sur cette question.

	Témoins	Sinistrés
Enfants	28,6	31,4
Petits-enfants	25	25,7
Amis	28,6	34,3
Relations	35,7	42,9

Tableau 12 : Récapitulatif, en pourcentage, du nombre de sujets qui déclarent que les rapports avec leur entourage serait changé s'ils ne pouvaient plus conduire.

Question : Utilisez-vous les transports en communs au quotidien ?

Jamais/Rarement/Souvent/Toujours quand c'est possible

Les groupes de sujets ne se distinguent pas sur cette question (tableau 13). Ils sont aussi nombreux à ne jamais ou rarement utiliser les transports en commun (*Sinistrés*, 48,5% ; *Témoins*, 50%) qu'à les utiliser souvent ou toujours (*Sinistrés*, 51,4% ; *Témoins*, 50%).

	Témoins	Sinistrés
Jamais	7,1	11,4
Rarement	42,9	37,1
Souvent	28,6	22,8
Toujours	21,4	28,6

Tableau 13 : Récapitulatif, en pourcentage, du nombre de sujets qui déclarent que les rapports avec leur entourage serait changé s'ils ne pouvaient plus conduire.

Question : Quel qualificatif accordez-vous aux transports en publics quotidiens ?

Bien adaptés/Inadaptés pour moi/Inadaptés à la personne âgée

Les groupes de sujets ne se distinguent pas sur cette question (tableau 14). Les 2/3 des sujets estiment que les transports en commun sont bien adaptés

	Témoins	Sinistrés
Bien adaptés	67,6	64,3
Inadaptés pour moi	20,6	17,9
Inadaptés pour la personne âgée	11,8	17,9

Tableau 14 : Récapitulatif, en pourcentage, de la répartition des sujets sur les qualificatifs attribués aux transports en commun.

Question : Quels sont dans l'ordre d'importance, les raisons pour lesquelles vous pourriez ne pas utiliser les transports en communs ?

Les propositions sont les suivants : par peur des agressions, inconfortables, horaires inadaptés, inaccessibles (pour des raisons de difficultés physiques personnelles, inaccessibles (pour des raisons d'éloignement du domicile, ce n'est pas dans vos habitudes, vous préférez conduire. Plusieurs choix sont possibles, il est tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés. Les réponses sont affectés d'un coefficient (réponses données en position 1 = x7, celles données en position 2 = x6, celles données en position 3 = x5.....celles données en position 7 = x1)

La différence significative relevée par le χ^2 de Pearson [$\chi^2_{6ddl} = 12,74$; $p < 0,05$] est due au fait que les sujets Sinistrés citent globalement moins de propositions que les sujets Témoins, ce qui entraîne un poids globalement moins important chez les sujets Sinistrés comparativement aux sujets Témoins. Cependant l'ordre d'importance est le même pour les deux groupes : l'élément décisif pour ne pas utiliser les transports en commun étant les horaires inadaptés, puis l'inaccessibilité pour des raisons d'éloignement du domicile, viennent ensuite la préférence pour la conduite, le manque d'habitude, l'inconfort, l'inaccessibilité pour des raisons de difficultés physiques personnelles et en dernier la peur des agressions.

Question : Pour vos longs trajets, vous utilisez habituellement ?
Voiture/Bus/Train/Avion

Les groupes de sujets ne distinguent pas sur cette question. Environ 2/3 des personnes déclarent utiliser leur voiture pour effectuer les longs trajets.

	Témoins	Sinistrés
Voiture	62,9	64,3
Train	20	17,9
Bus	0	3,6
Avion	17,1	14,3

Tableau 13 : Répartition, en pourcentage, des moyens de transport utilisés préférentiellement par les sujets pour effectuer des longs trajets.

Question : Avez-vous constaté une évolution ces dix dernières années dans l'utilisation de vos modes de transports ?

Oui/Non

53,6 des *Témoins* et 65,7 des *Sinistrés* déclarent avoir constaté une évolution dans l'utilisation de leurs modes de transport. Les groupes tendent à se différencier sur cette question, les *Témoins* déclarent moins souvent que les *Sinistrés* avoir constaté un changement [$\chi^2_{1ddl} = 3$; $p < 0,08$].

Si oui, cochez la ou les propositions qui vous concernent : vous utilisez plus les transports en commun, vous utilisez moins les transports en commun, vous utilisez moins souvent la voiture, vous utilisez plus souvent la voiture, vous utilisez plus souvent les transports en commun pour de longs trajets.

Les groupes de sujets ne se différencient pas significativement sur cette question. L'évolution dans l'utilisation des moyens de transport se présente de la façon suivante (tableau 14) :

	Témoins	Sinistrés
+ transports.en commun	66,7	78,3
- transports en commun	6,7	4,3
+ voiture	13,3	13
- voiture	86,7	69,6
+ transport en commun longs trajets	40	34,8

Tableau 14 : Répartition, en pourcentage, dans l'évolution de l'utilisation des moyens de transport par les sujets.

3.3.3. Les difficultés relevées lors de la conduite

Question : Dans la liste ci-dessous, des effets possibles du vieillissement, cochez ceux qui ont des effets sur votre manière de conduire ou qui vous gênent lorsque vous conduisez.

Les effets proposés sont les suivants : troubles de la mémoire, moins bons réflexes, vision amoindrie, audition amoindrie, fatigabilité plus importante, mauvaise perception, difficultés de concentration, autres. Plusieurs choix sont possibles, il n'est pas tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés.

La moyenne du nombre de réponses données par chaque groupe est de 1,8. Nous calculons donc le poids de chaque effet dans chacun des deux groupes en effectuant le rapport du nombre de fois où l'effet est mentionné par rapport au nombre total de réponses dans chaque groupe.

Le χ^2 de Pearson est significatif [$\chi^2_{7ddl} = 16,35$; $p < 0,05$]. Les sujets *Témoins* semblent être plus affectés par des problèmes perceptifs, notamment la vision, alors que les sujets *Sinistrés* relèvent plutôt un problème de fatigabilité, ainsi que des problèmes musculaires et articulaires (tableau 15). Les chiffres entre parenthèses correspondent à la différence des pourcentages entre les deux groupes.

	Témoins	Sinistrés
Mémoire (0,7)	3,2	3,9
Vision (7,5)	28,6	21,1
Réflexes (4,9)	22,2	17,3
Audition (4,8)	4,8	9,6
Fatigue (14,7)	23,8	38,5
Perception (7,3)	11,1	3,8
Concentration (5,7)	9,5	3,8
Problèmes musculaires et articulaires	0	5,8

Tableau 15 : Récapitulatif, en pourcentage par rapport au nombre total de réponses, des difficultés mentionnées par les sujets, lors de la conduite automobile, selon les groupes de sinistralité.

Question : Quelles sont les situations de conduite que vous évitez ?

Les situations proposées sont les suivantes : conduite de nuit, conduite aux heures de pointe, conduite sur autoroute, conduite en ville, croisements, conduite par mauvais temps. Plusieurs choix sont possibles, il n'est pas tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés.

La moyenne du nombre de réponses données par chaque groupe est de 1,8. Nous calculons donc le poids de chaque effet dans chacun des deux groupes en effectuant le rapport

du nombre de fois où l'effet est mentionné par rapport au nombre total de réponses dans chaque groupe.

Les groupes de sinistralité ne se différencient pas sur cette question (tableau 16).

	Témoins	Sinistrés
Conduite de nuit	29,9	29,8
Conduite aux heures de pointe	26,4	28,3
Conduite sur autoroute	10,3	4,5
Conduite en ville	11,5	10,4
Croisements	1,4	1,5
Conduite par mauvais temps	20,7	25,4

Tableau 16 : Récapitulatif, en pourcentage du nombre total de réponses données par chaque groupe, des situations de conduite évitées par les sujets.

Question : Quand on est fatigué, préoccupé, on fait plus d'erreurs. Etes-vous d'accord avec cette proposition ?

91,4% des Témoins et 96,4% des sujets Sinistrés sont d'accord avec cette proposition qui ne distingue donc pas les groupes.

Question : On sait que certaines situations ou circonstances peuvent perturber la conduite. Lesquelles, dans l'ordre, vous concernent ?

Les situations proposées sont les suivantes : musique, radio, présence de passagers adultes, présence d'enfants, téléphone, préoccupations, autres. Plusieurs choix sont possibles, il est tenu compte d'un ordre d'importance des situations mentionnées. Les réponses sont affectés d'un coefficient (réponses données en position 1 = x6, celles données en position 2 = x5, celles données en position 3 = x4.....celles données en position 6 = x1)

Les sujets *Sinistrés* sont plus sensibles que les sujets *Témoins* aux situations qui pourraient les perturber lorsqu'ils conduisent [$\chi^2_{\text{sat}} = 73,89$; $p < 0,001$].

Ces groupes se différencient également par l'ordre d'importance qu'ils attribuent aux situations proposées. Pour les sujets *Sinistrés* comme les sujets *Témoins* la circonstance qui les perturbe le plus serait le fait d'être préoccupés. Les sujets *Témoins* citent ensuite la présence d'enfants et la présence de passagers adultes, puis dans cet ordre, le téléphone, la radio et la musique, les sujets *Sinistrés* se disent surtout perturbés par le téléphone, puis dans cet ordre la présence d'enfants, de passagers adultes, la radio et la musique.

Question : Quelles sont les personnes qui peuvent être passagers dans votre véhicule lorsque vous conduisez ?

Les propositions sont les suivantes : conjoint, parents, enfants, petits enfants, personnes à mobilité réduite, personnes âgées non motorisées, autres. Plusieurs choix sont possibles, il n'est pas tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés.

Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (tableau 17). On peut tout de même relever que les *Sinistrés* transportent moins que les *Témoins*, leurs parents, enfants, et des personnes non motorisées

	Témoins	Sinistrés
Conjoints	75,0	77,6
Parents	35,7	25,7
Enfants	57,1	42,9
Petits-enfants	64,3	60,0
Personnes à mobilité réduite	21,4	34,3
Personnes âgées non motorisées	60,7	45,7

Tableau 17 : Récapitulatif, en pourcentage, du nombre de sujets qui transportent des passagers, selon leur type.

Question : Parmi les usagers de l'espace routier, quels sont ceux que vous redoutez ?

Les propositions sont les suivantes : cyclistes, piétons, rollers, camions, autres conducteurs. Plusieurs choix sont possibles, il n'est pas tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés.

Les groupes de sinistralité ne se distinguent pas significativement sur cette question. On remarquera que les *Sinistrés* redoutent plus les cyclistes et les camions que ne le font les *Témoins* (tableau 17).

	Témoins	Sinistrés
Cyclistes	60,7	74,2
Piétons	28,6	20
Rollers	32,1	25,7
Camions	53,6	74,3
Autres conducteurs	60,7	60

Tableau 17 : Récapitulatif, en pourcentage, des autres usagers de la route que les sujets pourraient redouter.

3.3.4. Les comportements en conduite

Question : Respectez-vous la vitesse, en ville ? En campagne ? Sur autoroute ?
Toujours/le plus souvent/parfois/jamais

Le respect de la vitesse en ville ne différencie pas significativement les sujets selon leur appartenance à l'un des groupes de sinistralité. Les groupes présentent des profils de comportements différents en ce qui concerne le respect de la vitesse en campagne et sur autoroute (tableau).

En ce qui concerne la vitesse adoptée en campagne, le χ^2 de Pearson est significatif lorsque l'on analyse l'ensemble des réponses [$\chi^2_{2ddl} = 6,12$; $p < 0,05$]. Lorsque nous analysons les pourcentages de réponses les plus fréquentes (toujours et le plus souvent) d'une part et les réponses les moins fréquentes (parfois et jamais) d'autre part, il n'apparaît plus de différence entre les groupes. Les groupes se différencient donc globalement, les sujets *Témoins* sont plus nombreux à ne pas respecter la vitesse en campagne (parfois, jamais) que les sujets *Sinistrés* et inversement, les *Sinistrés* respectent "le plus souvent" la vitesse en campagne que les *Témoins*.

En ce qui concerne le respect de la vitesse sur autoroute, nous observons le phénomène inverse. Lorsque nous effectuons l'analyse sur l'ensemble des réponses, nous n'obtenons pas de différences significatives entre les deux groupes. Lorsque nous effectuons l'analyse des réponses les plus fréquentes (toujours et le plus souvent) d'une part et les moins fréquentes (parfois et jamais) d'autre part, nous observons que les sujets *Témoins* estiment respecter la vitesse sur autoroute "le plus souvent" alors que les sujets *Sinistrés* estiment que c'est "toujours" [$\chi^2_{1ddl} = 7,9$; $p < 0,01$]. Sur les réponses les moins fréquentes, nous n'observons pas de différences significatives entre les groupes (tableau 18).

	Ville		Campagne		Autoroute	
	Sinistrés	Témoins	Sinistrés	Témoins	Sinistrés	Témoins
Toujours	34,3	39,3	28,6	28,6	51,4	28,6
Le plus souvent	62,8	53,6	65,7	57,1	45,7	60,7
Parfois	2,8	7,1	5,7	10,7	2,8	7,1
Jamais	0	0	0	3,6	0	3,6

Tableau 18 : Récapitulatif, du taux de sujets selon quatre qualificatifs de respect de la vitesse et selon leur appartenance à l'un des groupes de sinistralité.

Les comportements des sujets *Sinistrés* et les sujets *Témoins* se différencient sur les quatre stratégies compensatrices que nous avons analysées (tableau 19).

- Fréquence des déplacements [$\chi^2_{2ddl} = 6,55$; $p < 0,05$].
- Vitesse [$\chi^2_{2ddl} = 14,73$; $p < 0,001$].
- Distances parcourues [$\chi^2_{2ddl} = 11,55$; $p < 0,01$].
- Distances inter-véhicules [$\chi^2_{2ddl} = 19,6$; $p < 0,001$].

Les sujets *Témoins* déclarent plus souvent que les sujets *Sinistrés* avoir diminué la fréquence de leurs déplacements, alors que ces derniers déclarent plus souvent avoir réduit les distances parcourues. La vitesse apparaît plus fréquemment réduite chez les sujets *Sinistrés* qui augmentent aussi plus fréquemment la distance inter-véhicule..

	Sinistrés	Témoins
Fréquence des déplacements		
Identique	34,3	28,6
Augmentée	17,1	7,1
diminuée	48,6	64,3
Vitesse		
Identique	45,7	60,7
Augmentée	0	7,1
diminuée	54,3	32,1
Distances parcourues		
Identique	25,7	46,4
Augmentée	11,4	14,3
diminuée	62,8	39,3
Distances inter-véhicules		
Identique	37,1	67,8
Augmentée	62,8	32,1
diminuée	0	0

Tableau 19 : Répartition des pourcentages de réponses concernant l'adoption de comportements adaptatifs, selon les groupes de sinistralité.

3.3.5. L'accidentologie

Nous avons reproduit en annexe 10 le nombre et la nature des accidents mentionnés par les sujets lors du questionnaire de conduite. Afin d'aider les sujets à se souvenir du maximum d'incidents, nous avons été très précis dans les questions, mentionnant 4 catégories de "gravité" (petits dégâts de carrosserie, c'est-à-dire, rayures, petits impacts ; dégâts conséquents de carrosserie, dégâts plus conséquents que la seule carrosserie, accidents corporels). Un seul sujet (code 77) mentionne avoir été impliqué dans un accident corporel, avec tiers, déclaré à l'assurance et pour lequel sa responsabilité a été engagée.

Question : Avez-vous au cours de votre carrière de conducteur eu une période de plus grande accidentologie ?

Nous proposons les raisons suivantes : inexpérience, prise de risque, perte d'un emploi, maladie, divorce, deuil, autre. Plusieurs choix sont possibles, il n'est pas tenu compte d'un ordre d'importance des raisons mentionnées.

33% des sujets sont concernés, chacun d'eux n'a mentionné qu'une seule raison. Les groupes de sinistralité ne se différencient pas sur ce critère (figure 29).

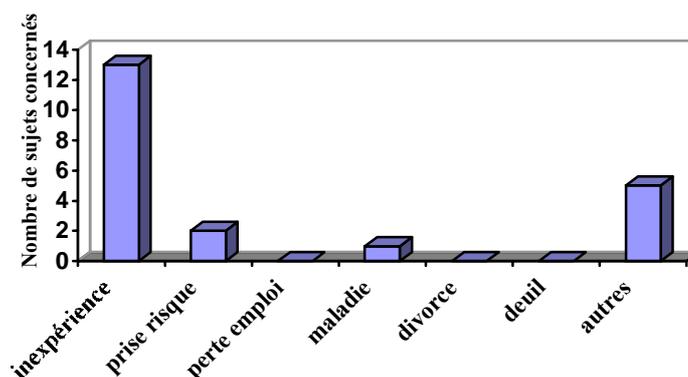


Figure 29 : Représentation de la justification d'une période d'augmentation de l'accidentologie, le cas échéant.

Question : Est-ce les accidents ont eu un effet sur votre manière de conduire ?
Oui/Non

6 sujets qui n'ont jamais eu d'accidents sont supprimés de cette analyse. Les *Témoins* (72,7%) déclarent plus fréquemment que les *Sinistrés* (48,6%) avoir modifié leur façon de conduire après un accident [$\chi^2_{1ddl} = 12,1$; $p < 0,001$]

Question : Si oui, quel(s) effet(s) ont-ils eu ?

Nous proposons les effets suivants : je suis plus prudent, je roule moins vite, j'évite la situation qui a été à l'origine de l'accident, je suis plus attentif, je roule moins, j'augmente les distances inter-véhicules, autres. Plusieurs choix sont possibles, il n'est pas tenu compte d'un ordre d'importance des effets mentionnés.

Pour 60% des sujets, l'accident n'a pas eu de répercussion sur leur façon de conduire. Les sujets *Sinistrés* représentent 54,9% de cette proportion et les sujets *Témoins* 44,8%. Cette

différence n'est cependant pas significative. La figure 30 représente la fréquence à laquelle chaque comportement est mentionné.

Les sujets *Sinistrés* comme les *Témoins* mentionnent en moyenne 2,4 comportements de conduite qu'ils ont modifiés après un accident.

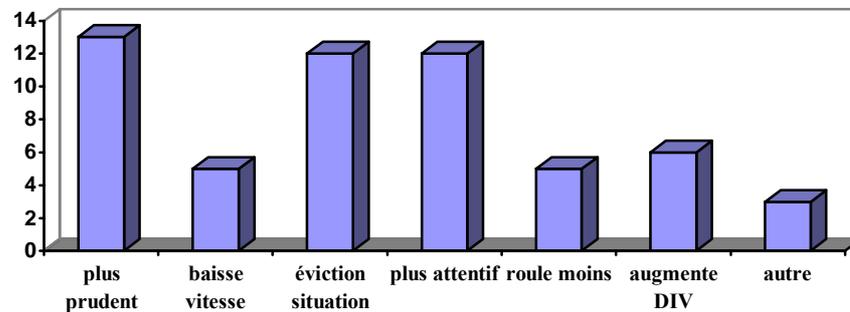


Figure 30 : Représentation du nombre de fois où les différents changements de comportements sont mentionnés.

3.3.6. *L'estimation de soi et des autres*

Les résultats décrits ci-dessous sont issus de l'analyse d'échelles analogiques dont l'intervalle va de 0 à 100.

Question : Estimez globalement votre comportement lorsque vous conduisez ? :
calme → irritable

Nous obtenons une interaction des facteurs **Sexe** et **Age** [$F_{(1,55)}=5,08$; $p<0,05$]. – (figure 31). L'ensemble des groupes se perçoit comme calmes puisque la note maximale est de 32/100. Cependant on remarquera que l'âge n'influence pas cette évaluation chez les femmes, alors que les hommes les plus âgés (*Seniors 2*) s'estiment plus calmes globalement que les hommes les moins âgés (*Seniors 1*).

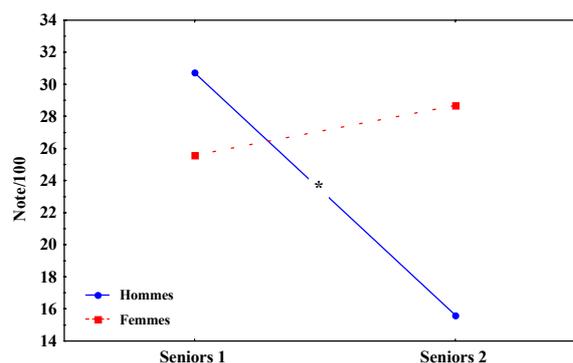


Figure 31 : Représentation de l'estimation des sujets sur leur comportement en conduite automobile sur l'échelle analogique allant de calme → irritable. * $p<0,05$.

Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (*Sinistrés* : 27 ; *Témoins* : 23).

Question : Estimez globalement le comportement des autres usagers de la route ? :

agressif → courtois

Nous n'obtenons aucun effet des différents facteurs. Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (*Sinistrés* : 41,2 ; *Témoins* : 44,2). On peut cependant remarquer que ces personnes ressentent les autres conducteurs comme plutôt agressifs que courtois.

Question : Estimez globalement votre comportement face aux autres usagers de la route ? :

agressif → courtois

Les sujets *Sinistrés* tendent à s'estimer moins courtois que les sujets *Témoins* [$F_{(1,55)}=3,34$; $p=0,07$] – (figure 32).

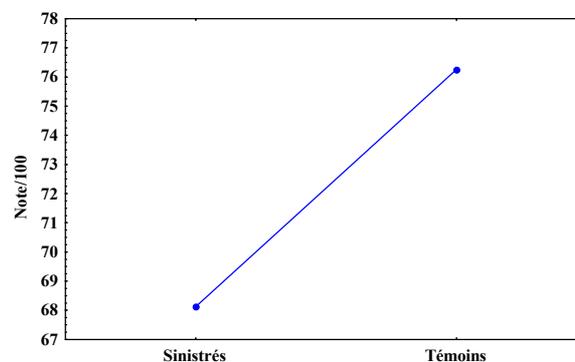


Figure 32: Représentation de l'estimation des sujets du comportement en conduite automobile des autres usagers de la route sur l'échelle analogique allant d'agressif → courtois.

Question : Estimez-vous être un ? :

Très mauvais conducteur → Très bon conducteur

Nous n'obtenons aucun effet des différents facteurs. Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (*Sinistrés* : 61 ; *Témoins* : 63,1). Les sujets s'estiment être globalement des conducteurs moyens.

Question : Estimez-vous les autres conducteurs ? :

Très mauvais conducteur → Très bon conducteur

Nous obtenons une interaction des facteurs **Groupe** et **Age** [$F_{(1,55)}=3,81$; $p=0,056$] et des facteurs **Sexe**, **Groupe** et **Age** [$F_{(1,55)}=3,51$; $p=0,066$] – (figure 33). Se sont les femmes *Sinistrées* les plus jeunes qui présentent la plus mauvaise opinion des compétences de conducteur des autres usagers de la route ; cette différence est significativement comparativement à l'opinion de leurs homologues *Témoins*.

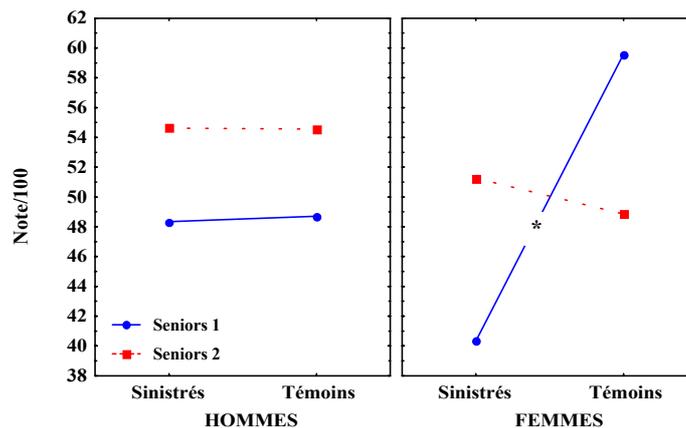


Figure 33 : Représentation de l'estimation des sujets du niveau de compétence en tant que conducteur, des autres usagers de la route sur l'échelle analogique allant très bon conducteur → très mauvais conducteur.

Question : Comment estimez-vous vos capacités à la conduite actuellement ? :
médiocres → parfaites

Nous n'obtenons aucun effet des différents facteurs. Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (*Sinistrés* : 61,1 ; *Témoins* : 62). Les sujets s'estiment globalement leurs capacités comme moyennes ; on peut remarquer que cette estimation est équivalente à l'estimation de leur compétence en tant que conducteur.

3.3.7. *La perception du risque*

Question : En conduite automobile j'estime qu'actuellement je suis ? :
Trop lent → Trop rapide

Nous n'obtenons aucun effet des différents facteurs. Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (*Sinistrés* : 46,9 ; *Témoins* : 46,7). Les sujets s'estiment plutôt trop lents que trop rapides.

Question : En conduite automobile j'estime qu'actuellement je suis ? :
Trop prudent → Pas assez prudent

Nous n'obtenons aucun effet des différents facteurs. Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (*Sinistrés* : 44,4 ; *Témoins* : 42,9). Les sujets s'estiment plutôt trop prudents que pas assez.

Question : En conduite automobile, le risque viendrai plutôt de ? :
Moi → D'autres conducteurs

Nous n'obtenons aucun effet des différents facteurs. Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (*Sinistrés* : 62 ; *Témoins* : 62,8). Les sujets estiment que le risque viendrait plutôt des autres conducteurs.

Question : En voiture, je me sens ? :

Très vulnérable → Pas vulnérable du tout

Nous n'obtenons aucun effet des différents facteurs. Les groupes de sinistralité ne se différencient pas significativement sur cette question (*Sinistrés* : 53,7 ; *Témoins* : 55,8). Les sujets ont conscience d'un état de vulnérabilité lorsqu'ils sont en voiture.

3.4. Les traitements préliminaires des données de conduite

Les analyses des données de conduite sont réalisées sur une population de 52 sujets qui se répartissent de la façon suivante (tableau 20) :

Nombre de sujets	SINISTRES				TEMOINS			
	Seniors 1		Seniors 2		Seniors 1		Seniors 2	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
	10	5	11	4	5	4	6	7

Tableau 20 : Représentation du nombre de sujets constituant les groupes pour les analyses des données de conduite.

3.4.1. La vitesse moyenne

Nous n'observons aucun effet des différents facteurs sur la vitesse moyenne (*Sinistrés* : 115 km/h ; *Témoins* : 117,2 km/h).

3.4.2. La fréquence d'ajustement de la vitesse moyenne

Nous observons une interaction des facteurs **Groupe** et **Age** [$F_{(1,44)}=3,36$; $p=0,063$]. – (figure 33). Nous constatons que l'âge n'a pas d'effet sur la fréquence d'ajustement de la vitesse chez les sujets *Sinistrés* alors que chez les sujets *Témoins*, la fréquence est plus importante chez les sujets plus âgés (*Seniors 2*) comparativement aux sujets plus jeunes (*Seniors 1*).

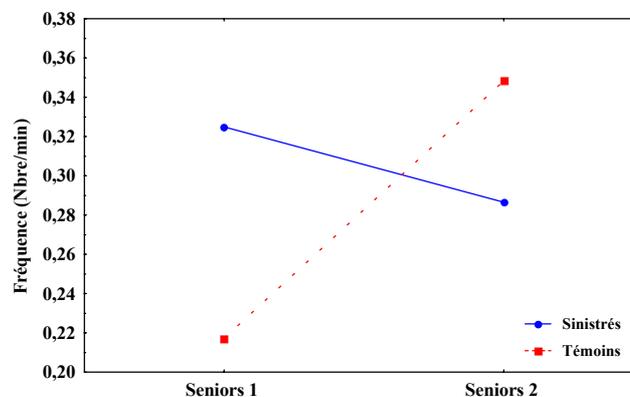


Figure 33 : Fréquences des ajustements de la vitesse sur l'ensemble du temps de conduite, selon l'âge et la sinistralité.

3.4.3. *L'amplitude d'ajustement de la vitesse*

Les femmes (moy. : 19,4 km/h) présentent globalement des amplitudes d'ajustement de la vitesse plus importantes que les hommes (moy. : 16,3 km/h) - [$F_{(1,44)}=4,11$; $p<0,05$].

3.4.4. *La position latérale moyenne*

Nous obtenons une interaction des facteurs Sexe et Age [$F_{(1,44)}=6,3$; $p=0,063$] – (figure 34). L'âge des sujets n'a pas d'influence sur la position latérale chez les hommes, alors que les femmes les plus âgées (Seniors 2) se positionnent plus vers la ligne médiane que les femmes plus jeunes (Seniors 1).

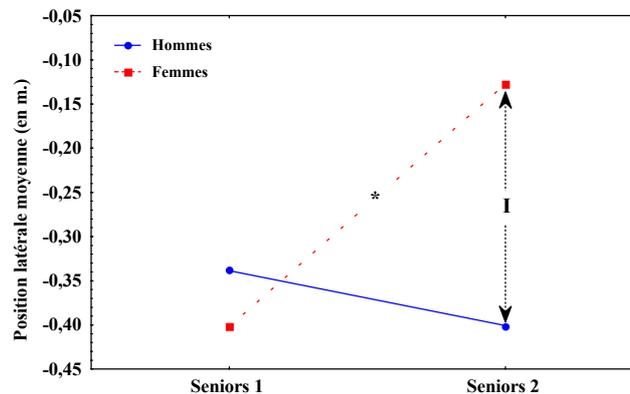


Figure 34 : Position latérale moyenne sur l'ensemble du temps de conduite, selon le sexe et l'âge des sujets. | $p<0,1$; * $p<0,05$.

Nous obtenons également une interaction des facteurs Groupe et Age [$F_{(1,44)}=3,9$; $p=0,054$] - (figure 35). L'âge n'a pas d'influence sur la position latérale moyenne des sujets *Témoins* alors que chez les sujets *Sinistrés*, les plus âgés (Seniors 2) se positionnent plus vers la ligne médiane que les sujets plus jeunes (Seniors 1).

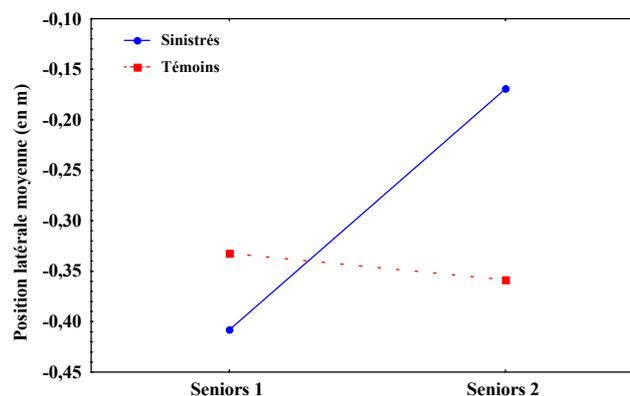


Figure 35 : Position latérale moyenne sur l'ensemble du temps de conduite, selon l'âge des sujets et la sinistralité.

3.4.5. *La fréquence des ajustements de la position latérale*

Nous obtenons une interaction des facteurs **Groupe** et **Age** [$F_{(1,44)}=4,45$; $p<0,05$] – (figure 36) . Les ajustements latéraux sont les plus importants chez les sujets les plus jeunes (Seniors 1) du groupe *Sinistrés* alors qu'ils semblent équivalents entre les autres groupes.

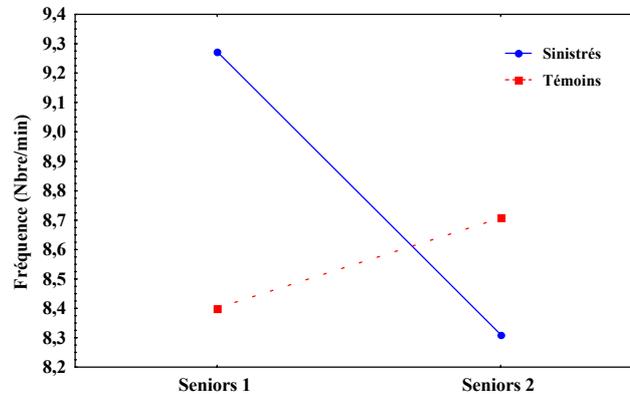


Figure 36 : Fréquences des ajustements de la position latérale sur l'ensemble du temps de conduite, selon l'âge des sujets et la sinistralité.

3.4.6. *L'amplitude des ajustements latéraux*

Nous observons une interaction des facteurs **Groupe** et **Age** [$F_{(1,44)}=6,85$; $p<0,05$] – (figure 37). Les amplitudes des ajustements latéraux sont plus importantes chez les sujets les plus âgés (Seniors 2) du groupe *Sinistrés*, alors que l'effet inverse se profile dans le groupe des sujets *Témoins*, l'effet n'est cependant pas aussi important.

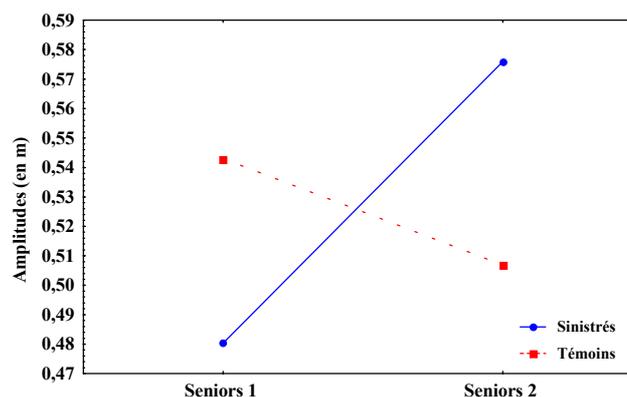


Figure 37 : Amplitude des ajustements de la position latérale sur l'ensemble du temps de conduite, selon l'âge des sujets et la sinistralité.

Nous observons également une interaction des facteurs **Sexe**, **Groupe** et **Age** [$F_{(1,44)}=4,2$; $p<0,05$] – (figure 38). Chez les hommes, les ajustements des amplitudes latérales sont équivalents quels que soient l'âge des sujets et la sinistralité. Chez les femmes, on observe que les sujets les plus âgés (Seniors 2) du groupe *Sinistrés* présentent des ajustements plus amples que les femmes plus jeunes (Seniors 1) de ce même groupe ; leurs ajustements

tendent aussi à être plus amples que ceux du groupe *Témoins* ($p=0,054$). Les femmes *Témoins* ne diffèrent pas des hommes.

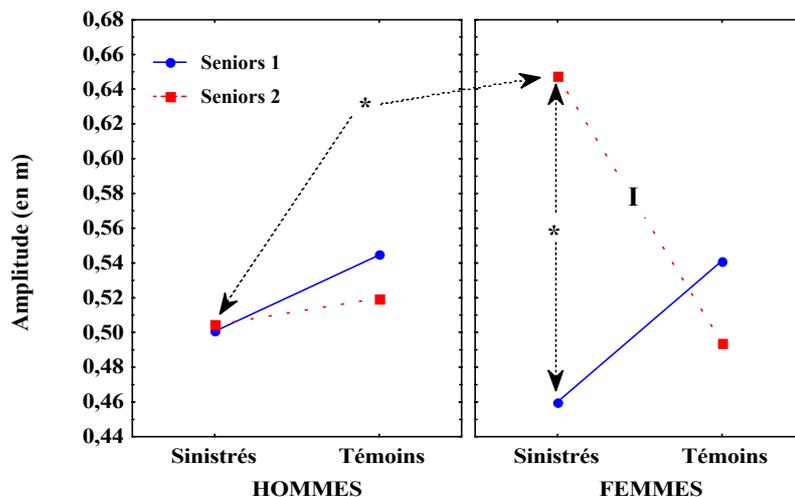


Figure 38 : Amplitudes des ajustements de la position latérale sur l'ensemble du temps de conduite, selon l'âge, le sexe et la sinistralité. $I_p < 0,1$; * $p < 0,05$.

3.5. Les performances de conduite

3.5.1. La vitesse moyenne

3.5.1.1. Analyse effectuée dans les ZCC

Tour	[$F_{(2,88)}=11,47$; $p < 0,001$]
Type	[$F_{(2,88)}=91,78$; $p < 0,001$]
Type, Sexe	[$F_{(2,88)}=2,64$; $p=0,07$]
Type, Tour	[$F_{(4,176)}=5,84$; $p < 0,001$]

Tableau 21 : Valeur des probabilités issues des analyses sur la vitesse moyenne dans les ZCC.

Ni l'âge, ni le sexe, ni le groupe de sinistralité (*Sinistrés* : 117 km/h ; *Témoins* 120 km/h) ne différencient significativement les sujets sur la vitesse moyennes qu'ils adoptent dans les ZCC.

Les sujets augmentent en moyenne leur vitesse au fil des tours de circuit (T1 : moy 116, T2 moy 119, T3 moy 121). Les comparaisons deux à deux des moyennes ne sont cependant pas significatives.

Globalement, la vitesse dans les droites (moy. : 120 km/h) ne diffèrent pas de celle dans les courbes larges (moy. : 121 km/h). Ces vitesses sont significativement supérieures ($p < 0,001$) à celles adoptées dans les courbes serrées (moy. : 114 km/h).

L'interaction des facteurs **Type de routes** et **Sexe** (figure 39) tend à montrer que la différence de vitesse entre les droites et les courbes serrées est moins marquée chez les femmes comparativement aux hommes. Ces derniers roulent plus vite dans les courbes serrées et moins vite dans les droites.

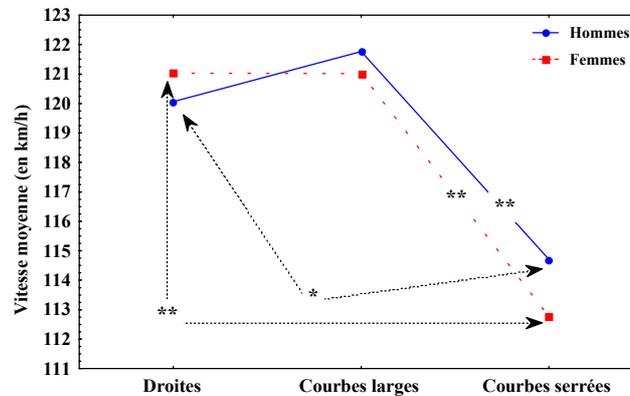


Figure 39 : Représentation de la vitesse moyenne, selon le sexe et le type de route.

*p<0,05 ; **p<0,01.

La comparaison des moyennes des facteurs **Type de routes** et **Age** (figure 40) montre que les sujets les plus jeunes (*Seniors 1*) présentent une vitesse toujours supérieure aux sujets les plus âgés (*Seniors 2*). Cependant, la différence de vitesse n'est significative entre les deux groupes d'âge que dans les courbes serrées dans lesquelles, les *Seniors 2* roulent significativement moins vite que les *Seniors 1*. Chez ces derniers, la différence de vitesse selon les types de route est moins marquée que chez les *Seniors 2*.

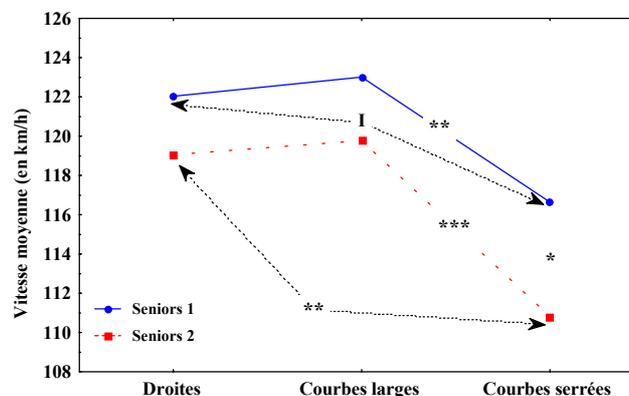


Figure 40 : Représentation de la vitesse moyenne, selon l'âge et le type de route.

*p<0,05 ; **p<0,01 ; ***p<0,001.

L'interaction des facteurs **Type de routes** et **Tour** (figure 41) montre que globalement, la vitesse augmente quel que soit le type de route, au fil des tours de circuit. On observe que dans les droites, la vitesse augmente de façon importante entre le premier et le second tour pour se stabiliser ensuite, alors que dans les courbes, l'augmentation est plus progressive au fil des tours. On peut surtout remarquer que les différences de vitesse selon les types de route tendent à s'aplanir au fil du temps de conduite.

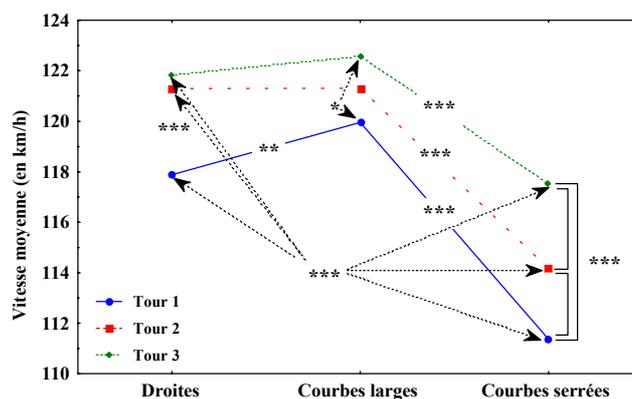


Figure 41 : Représentation de la vitesse moyenne, selon le type de route et les tours de circuit. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

3.5.1.2. Analyse effectuée dans les ZVC

Tour	[$F_{(2,88)}=11,62$; $p < 0,001$]
Situation	[$F_{(1,44)}=12,39$; $p < 0,01$]

Tableau 22 : Valeur des probabilités issues des analyses sur la vitesse moyenne dans les ZVC.

Le résultat du facteur Tour est identique à celui des ZCC.

Dans les ZVC, la vitesse est inférieure dans les zones "avec événement" (moy. : 117 km/h) comparativement aux zones "sans événement" (moy. : 119 km/h). Cette différence n'apparaît pas dans les zones ZCC.

3.5.2. La fréquence par minute des ajustements de la vitesse

3.5.2.1. Analyse effectuée dans les ZCC

Tour	[$F_{(2,88)}=269,48$; $p < 0,001$]
Type	[$F_{(2,88)}=141,91$; $p < 0,001$]
Situation	[$F_{(1,44)}=374,89$; $p < 0,001$]
Type, Tour	[$F_{(4,176)}=176,38$; $p < 0,001$]
Type, Sexe, Groupe	[$F_{(2,88)}=4,83$; $p = 0,05$]

Tableau 23 : Valeur des probabilités issues des analyses sur la fréquence des ajustements de la vitesse dans les ZCC.

La fréquence des ajustements de la vitesse est plus importante dans les zones "avec événement" (moy. 18,7) que dans les zones "sans événement" (moy. : 8,2).

La fréquence des ajustements de la vitesse ne diffère pas lors des tours 1 (moy. : 9) et 2 (moy. : 8,4), mais elle est significativement plus importante lors du tour 3 (moy. : 23) comparativement aux deux premiers tours ($p < 0,001$).

La fréquence des ajustements de la vitesse est significativement plus importante dans les courbes larges (20,3), comparativement aux droites (10,5) et aux courbes serrées (9,6) – ($p < 0,001$).

L'interaction des facteurs **Type de routes** et **Tour** (figure 42) montre que les différences en terme d'ajustements de la fréquence de la vitesse concerne essentiellement les droites et les courbes larges du tour 3 durant lequel, elles sont significativement plus importantes que lors des deux premiers tours de circuit.

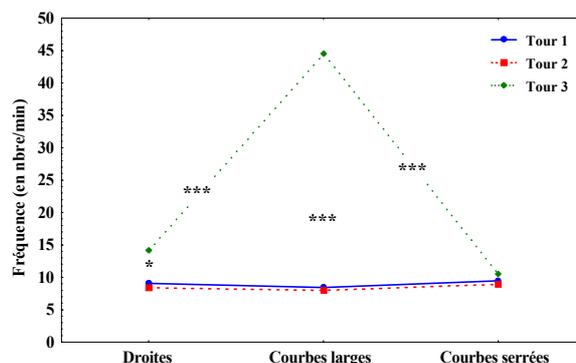


Figure 42 : Représentation de la fréquence des ajustements de la vitesse, selon le tour de circuit et le type de route. * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$.

L'interaction des facteurs **Type de routes**, **Sexe** et **Groupe** (figure 43) montre que les hommes et les femmes se comportent différemment dans les courbes larges selon leur groupe de sinistralité. Les hommes *Sinistrés* présentent une fréquence d'ajustement de la vitesse significativement plus importante dans les courbes larges comparativement aux droites et aux courbes serrées, alors que cette différence est moins importante chez leurs homologues féminines et on observe le phénomène inverse chez les sujets *Témoins* où cette différence significative se retrouve chez les femmes. L'interaction relevée par l'ANOVA provient du fait que la fréquence des ajustements dans les courbes larges est plus importante chez les hommes *Sinistrés* que chez les hommes *Témoins*, alors qu'elle est plus importante chez les femmes *Témoins* que chez les femmes *Sinistrés*.

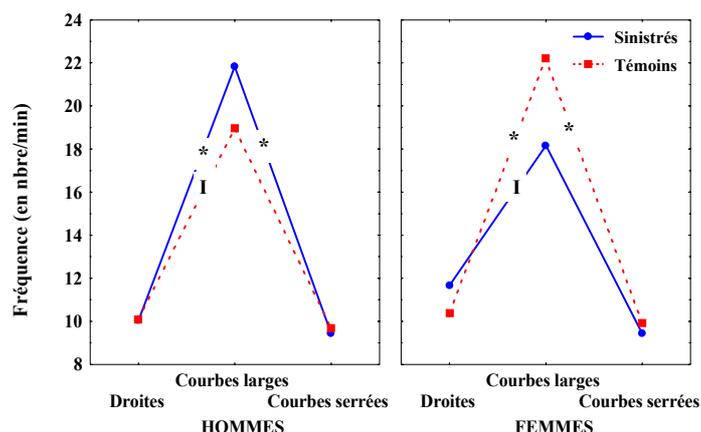


Figure 43 : Représentation de la fréquence des ajustements de la vitesse, selon le type de route, le sexe et le groupe de sinistralité. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

3.5.2.2. Analyse effectuée dans les ZVC

Situation	[F_(1,44)=29,23 ; p<0,001]
------------------	--

Tableau 24 : Valeur des probabilités issues des analyses sur la fréquence des ajustements de la vitesse dans les ZVC.

Dans les ZVC, les fréquences des ajustements de la vitesse sont équivalentes quel que soit le tour de circuit (T1 : 16,2 ; T2 : 15,7 ; T3 : 15,5).

Comme dans les ZCC, elles sont plus importantes dans les zones "avec événements"(16,8) que dans les zones "sans événement" (14,8).

Les groupes de sinistralité ne diffèrent pas dans cette analyse (*Sinistrés* : 15,7 ; *Témoins* : 16,2)

3.5.3. L'amplitude moyenne des ajustements de la vitesse

3.5.3.1. Analyse effectuée dans les ZCC

Sexe	[F_(1,44)=4,84 ; p=0,05]
Groupe, Age	[F_(1,44)=3,78 ; p=0,058]
Tour	[F_(2,88)=25,25 ; p<0,001]
Type	[F_(2,88)=16,01 ; p<0,001]
Type, Age	[F_(2,88)=4,33 ; p<0,05]
Situation	[F_(1,44)=9,02 ; p<0,01]

Tableau 24 : Valeur des probabilités issues des analyses sur l'amplitude moyenne des ajustements de la vitesse dans les ZCC.

L'amplitude des ajustements de la vitesse est globalement plus importante chez les femmes (moy. : 9,1 km/h) que chez les hommes (moy. : 7,3 km/h).

L'interaction des facteurs **Groupe** et **Age** (figure 44) tend à montrer que les sujets *Sinistrés* les plus jeunes (*Seniors 1*) présentent des amplitudes moins importantes que les plus âgés (*Seniors 2*), alors que l'inverse est observé dans le groupe *Témoins*. Cependant, nous remarquons que l'appartenance au groupe de sinistralité ne différencie pas les *Seniors 2* comme c'est le cas chez les *Seniors 1*.

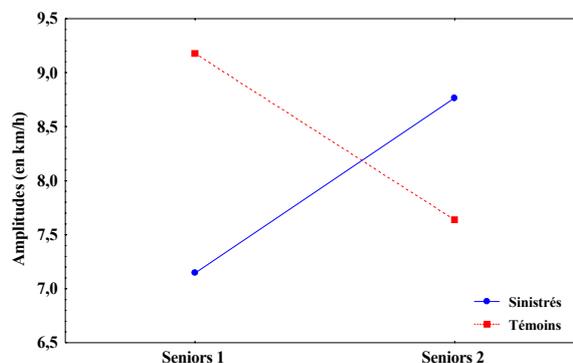


Figure 44 : Représentation de l'amplitude des ajustements de la vitesse selon l'âge des sujets et le groupe de sinistralité.

L'amplitude des ajustements de la vitesse baisse au fil des tours de circuit (T1 : 9,5 km/h ; T2 : 8,2 km/h ; T3 : 6,8 km/h). La différence est significative entre les tours 1 et 3 $p < 0,05$.

Les amplitudes d'ajustements de la vitesse sont globalement à 9,5 km/h dans les droites, 8,2 km/h dans les courbes larges et 9,4 km/h dans les courbes serrées. Les comparaisons de moyennes ne sont pas significativement différentes.

L'interaction des facteurs **Type de routes** et **Age** (figure 45) montre que l'amplitude des ajustements de la vitesse diffère moins selon le type de route chez les sujets les plus âgés (Seniors 2). On peut remarquer que cette amplitude est particulièrement forte dans les courbes serrées chez les sujets les plus jeunes (Seniors 1). Les comparaisons de moyennes ne sont cependant pas significatives.

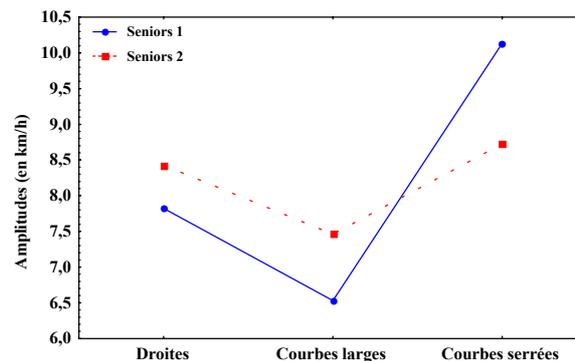


Figure 45 : Représentation de l'amplitude des ajustements de la vitesse, selon les types de routes et l'âge.

Dans les zones "sans événements" (8,7 km/h), les ajustements de la vitesse sont plus amples que dans les zones "avec événements" (7,6 km/h).

3.5.3.2. Analyse effectuée dans les ZVC

Sexe	[F _(1,44) =5,23 ; p=0,05]
Tour	[F _(2,88) =16,41 ; p<0,001]
Tour, Groupe	[F _(2,88) =3,15 ; p<0,05]
Situation	[F _(1,44) =4,09 ; p<0,05]

Tableau 24 : Valeur des probabilités issues des analyses sur l'amplitude moyenne des ajustements de la vitesse dans les ZVC.

L'amplitude des ajustements de la vitesse est moins importante dans les ZVC comparée à celle des ZVC, les femmes (5,9 km/h) présentent une amplitude toujours supérieure à celle des hommes (4,9 km/h).

L'amplitude baisse également au fil des tours de circuit (T1 : 6 km/h ; T2 : 5,5 km/h ; T3 : 4,7 km/h). La différence est significative entre les tours 1 et 3 $p < 0,001$ et entre les tours 1 et 2 $p < 0,01$.

Dans les zones "sans événements" (5,7 km/h), les ajustements de la vitesse sont plus amples que dans les zones "avec événements" (5,2 km/h).

L'interaction des facteurs **Tour** et **Groupe** (figure 46) montre que l'amplitude des ajustements de la vitesse reste plus stable au fil du temps de conduite chez les sujets *Témoins*, alors qu'elle chute chez les sujets *Sinistrés*, particulièrement lors du 3^{ème} tour de circuit. Elle est alors significativement moins ample chez les *Sinistrés* comparativement aux *Témoins*.

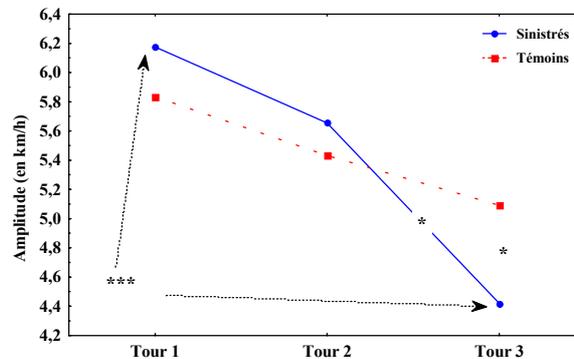


Figure 46 : Représentation de l'amplitude des ajustements de la vitesse, selon les types de routes et l'âge.

3.5.4. La position latérale moyenne

3.5.4.1. Analyse effectuée dans les ZCC

Sexe, Age	[F _(1,44)]=6,26 ; p<0,05]
Groupe, Age	[F _(1,44)]=3,59 ; p=0,064]
Tour	[F _(2,88)]=10,09 ; p<0,001]
Type	[F _(2,88)]=84,54 ; p<0,001]
Type, Tour	[F _(4,176)]=10,64 ; p<0,001]
Situation	[F _(1,44)]=195,63 ; p<0,001]
Type, Age	[F _(2,88)]=4,84 ; p<0,05]
Type, Sexe, Age	[F _(2,88)]=3,78 ; p<0,001]

Tableau 25 : Valeur des probabilités issues des analyses sur la position latérale moyenne dans les ZCC.

La position latérale moyenne des Sinistrés se situe à -0,26 m, celle des Témoins à -0,33 m ; cette différence n'est pas significative.

La position latérale moyenne évolue au fil du temps de conduite, de la BAU vers la ligne médiane (T1 : -0,31 m ; T2 : -0,34 m ; T3 : -0,24 m). Les comparaisons de moyenne ne sont pas significatives.

Dans les zones "avec événements" (-0,48), les sujets circulent plus près de la BAU que sans les zones "sans événement" (-0,10).

La position latérale moyenne dans les droites se situe à $-0,47$ m, dans les courbes larges à $-0,21$ m et dans les courbes serrées à $-0,20$ m. Dans les droites, les sujets se positionnent plus près de la BAU, alors que dans les courbes, leur position est plus proche de la ligne médiane (Droites/Courbes larges et Droites/Courbes serrées $p < 0,001$).

L'interaction des facteurs **Groupe** et **Age** (figure 47) tend à montrer que l'âge n'influence pas la position latérale sur la chaussée chez les sujets *Témoins*, alors que les sujets *Sinistrés Seniors 2* circulent plus près du milieu de la voie de circulation que leurs homologues *Seniors 1* et que les sujets *Témoins*. Les comparaisons de moyennes ne sont cependant pas significatives.

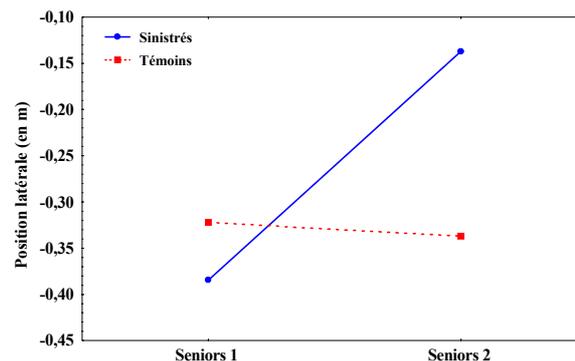


Figure 47 : Représentation de la position latérale moyenne selon l'âge des sujets et la sinistralité.

L'interaction des facteurs **Sexe** et **Age** (figure 48) montre que l'âge n'influence pas la position latérale moyenne chez les hommes alors que les femmes *Seniors 2* roulent plus près du milieu de la voie de circulation que leurs homologues *Seniors 1* et que les groupes *Témoins*.

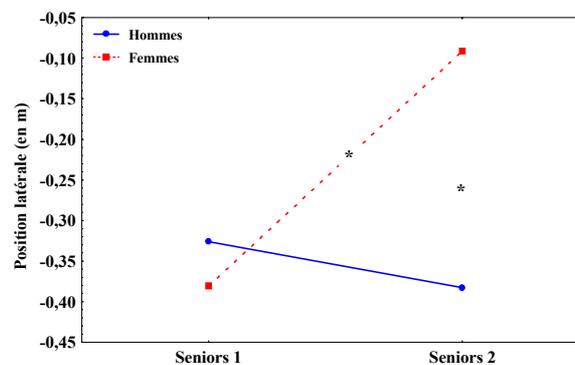


Figure 48 : Représentation de la position latérale moyenne selon le sexe et l'âge des sujets. * $p < 0,05$.

L'interaction des facteurs **Type de route** et **Age** (figure 49) montre que quel que soit le type de route, la position latérale moyenne n'est pas influencée par l'âge chez les hommes. Chez les femmes les plus jeunes (Seniors 1), la différence de position latérale est plus marquée que chez les hommes et les femmes les plus âgées (Seniors 2), particulièrement dans les lignes droites. Les femmes les plus âgées (Seniors 2) circulent plus au milieu de la voie de circulation que les autres groupes de sujets dont la position, quel que soit le type de route, se situe plus près de la BAU.

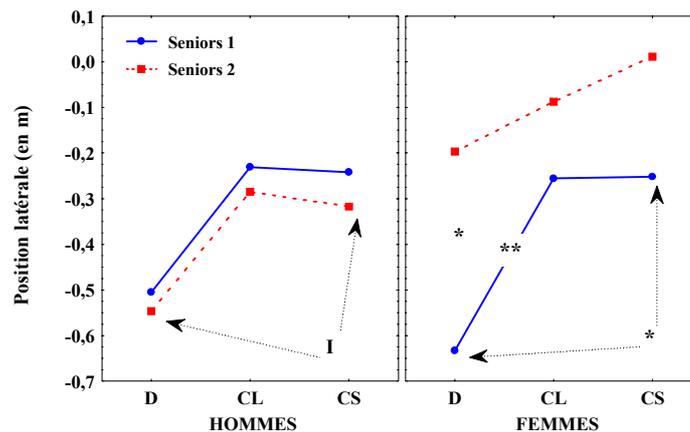


Figure 49 : Représentation de la position latérale moyenne selon l'âge, le sexe et le type de route. I p<0,1 ; *p<0,05 ; **p<0,01.

L'interaction des facteurs **Tour** et **Type de routes** (figure 50) montre que la position latérale moyenne ne diffère significativement qu'au 3^{ème} tour de circuit comparativement au deux premiers et seulement dans les courbes serrées dans lesquelles, les sujets positionnent leur véhicule quasiment au milieu de la voie de circulation, alors qu'ils circulent plus à droite dans les autres tours de circuit et les autres types de route.

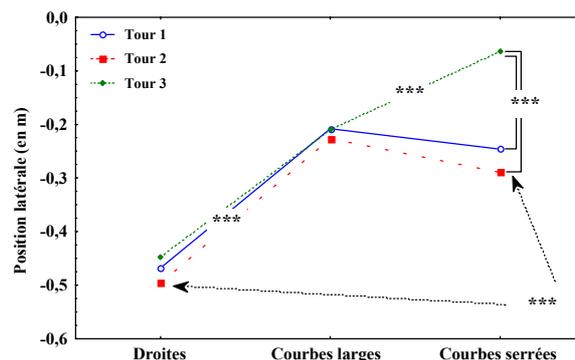


Figure 50 : Représentation de la position latérale moyenne selon le type de route et le tour de circuit. ***p<0,001.

3.5.4.2. Analyse effectuée dans les ZVC

Sexe, Age	[F _(1,44) =3,72 ; p=0,059]
Tour	[F _(2,88) =28,7 ; p<0,001]
Situation	[F _(1,44) =183,03 ; p<0,001]
Tour, Groupe, Age	[F _(2,88) =3,79 ; p<0,05]

Tableau 26 : Valeur des probabilités issues des analyses sur la position latérale moyenne dans les ZVC.

Les résultats sont globalement identiques à ceux trouvés dans les ZCC, mais dans ce type de route, les sujets se positionnent généralement plus à droite de la chaussée.

La position latérale moyenne des *Sinistrés* se situe à $-0,36$ m, celle des *Témoins* à $-0,4$ m ; cette différence n'est pas significative.

La position latérale moyenne évolue au fil du temps de conduite, de la BAU vers la ligne médiane (T1 : $-0,43$ m ; T2 : $-0,45$ m ; T3 : $-0,26$ m). La différence est significative entre les tours 1 et 2 d'une part et le tour 3 d'autre part $p < 0,001$.

Dans les zones "avec événements" ($-0,62$ m), les sujets circulent plus près de la BAU que sans les zones "sans événement" ($-0,13$ m).

L'interaction des facteurs **Groupe** et **Age** (non significative dans les ZVC) et **Sexe** et **Age** présentent des comportements identiques à ceux décrits pour les ZCC.

L'interaction des facteurs **Tour**, **Groupe** et **Age** (figure 51), n'est pas significative dans les ZCC. Dans les ZVC, cette interaction montre que chez les sujets *Sinistrés*, la position latérale différencie les *Seniors 1* des *Seniors 2*, ces derniers circulant globalement plus près de la ligne médiane, et particulièrement lors du dernier tour de circuit ($p = 0,053$). Chez les sujets *Témoins*, cette différence se retrouve plutôt chez les sujets les plus jeunes (*Seniors 1*), mais la différence entre les groupes d'âge est moins marquée.

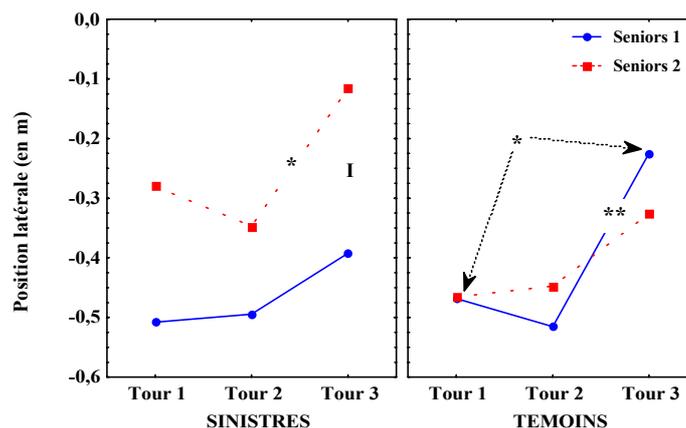


Figure 51 : Représentation de la position latérale moyenne selon le type de route et le tour de circuit. $I p < 0,1$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

3.5.5. La fréquence par minute des ajustements de la position latérale

3.5.5.1. Analyse effectuée dans les ZCC

Tour	$[F_{(2,88)}=326,52 ; p < 0,001]$
Tour, Groupe, Sexe	$[F_{(2,88)}=4,31 ; p < 0,05]$
Type	$[F_{(2,88)}=170,28 ; p < 0,001]$
Type, Tour	$[F_{(4,176)}=167,02 ; p < 0,001]$
Situation	$[F_{(1,44)}=232,57 ; p < 0,001]$

Tableau 27 : Valeur des probabilités issues des analyses sur la fréquence des ajustements de la position latérale dans les ZCC.

La fréquence des ajustements latéraux ne différencie pas les groupes de sinistralité (Sinistrés 24,2 ; Témoins 23,8).

Les sujets effectuent plus d'ajustements latéraux dans les zones "avec événements" (28,1) comparativement aux zones "sans événements" (20).

La fréquence des ajustements est équivalente aux tours 1 et 2 (respectivement 19,6 et 18,8), elle est significativement plus importante lors du tour 3 (33,8 – $p < 0,001$).

La fréquence des ajustements latéraux est plus importante dans les courbes larges (31,3) comparativement aux droites (21) et aux courbes serrées 19,8) – ($p < 0,001$).

L'interaction des facteurs **Tour** et **Type de routes** (figure 52) montre les ajustements de la position latérale sont plus fréquents lors du 3^{ème} tour de circuit comparativement aux deux premiers, et particulièrement dans les courbes larges. Lors des deux premiers tours, cette fréquence est équivalente entre les différents types de routes, alors que lors du tour 3, elle est plus importante dans les courbes larges comparativement aux droites et aux courbes serrées ; elle tend aussi à être plus importante dans les droites comparativement aux courbes serrées ($p = 0,06$).

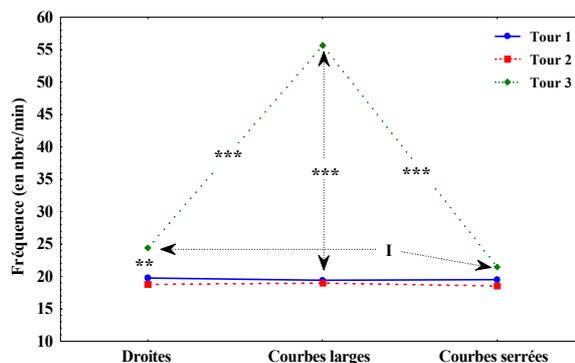


Figure 52 : Représentation de la fréquence d'ajustement de la position latérale selon le type de route et le tour de circuit. $p < 0,1$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

L'interaction des facteurs **Tour**, **Sexe** et **Groupe** (figure 53) montre que la fréquence des ajustements de la position latérale est plus importante lors du tour 3 quel que soit le groupe de sujet, mais on peut remarquer que chez les sujets *Sinistrés*, cette fréquence est plus importante chez les hommes, alors que chez les sujets *Témoins*, elle est plus importante chez les femmes.

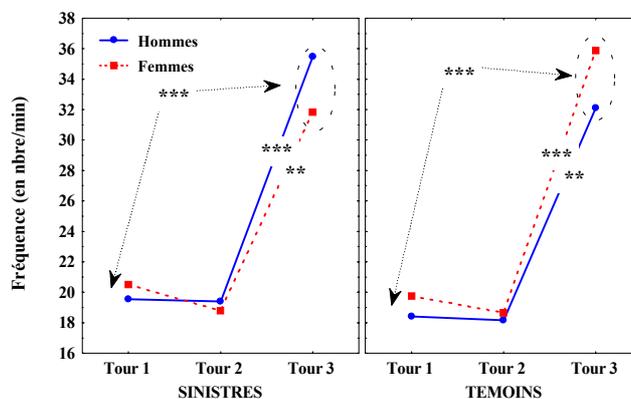


Figure 53 : Représentation de la fréquence d'ajustement de la position latérale selon le tour de circuit, le sexe et le groupe de sinistralité. ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

3.5.5.2. Analyse effectuée dans les ZVC

Tour	[F _(2,88) =3,04 ; p<0,001]
Groupe, Age	[F _(1,44) =5,5 ; p<0,05]
Tour, Groupe, Age	[F _(2,88) =3,2 ; p<0,05]
Situation	[F _(1,44) =232,57 ; p<0,001]

Tableau 28 : Valeur des probabilités issues des analyses sur la fréquence des ajustements de la position latérale dans les ZVC.

La différence selon les tours de circuit de la fréquence des ajustements latéraux s'estompe. Elle tend à être plus importante au tour 3 (T1 : 25,8 ; T2 : 25,8 ; T3 : 6,6 – T2/T3 p=0,089).

La fréquence des ajustements latéraux est plus importante dans les zones "avec événements" (25,6) comparativement à celles "sans événement" (26,5). Ce résultat ne diffère pas de celui observé dans les ZCC.

Nous obtenons une interaction des facteurs **Groupe** et **Age** (figure 54) qui montre la fréquence des ajustements latéraux est peu sensible à l'âge chez les sujets *Sinistrés*, alors que les sujets *Témoins Seniors 2* ajustent plus fréquemment leur position latérale que les *Témoins Seniors 1*.

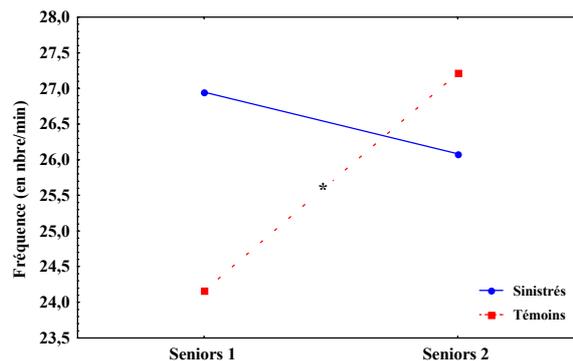


Figure 54 : Représentation de la fréquence d'ajustement de la position latérale selon l'âge et le groupe de sinistralité. *p<0,05.

L'interaction des facteurs **Tour**, **Groupe** et **Age** (figure 55) permet de préciser que ces ajustements sont globalement stables au fil du temps de conduite, hormis chez les sujets *Sinistrés* les plus jeunes (Seniors 1) qui ajustent plus souvent leur position latérale lors du tour 3. Ces ajustements sont alors significativement plus importants que ceux de leurs homologues *Témoins*.

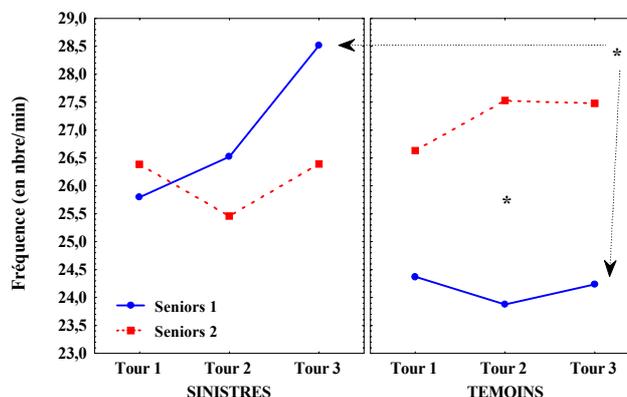


Figure 55 : Représentation de la fréquence d'ajustement de la position latérale selon l'âge, les tours de circuit et le groupe de sinistralité. *p<0,05.

3.5.6. *L'amplitude moyenne des ajustements de la position latérale*

3.5.6.1. Analyse effectuée dans les ZCC

Sexe, Age	[F _(1,44)]=3,58 ; p=0,064]
Groupe, Age	[F _(1,44)]=7,88 ; p<0,01]
Tour	[F _(2,88)]=18,29 ; p<0,001]
Tour, Sexe, Age	[F _(2,88)]=2,99 ; p=0,055]
Type	[F _(2,88)]=5,47 ; p<0,01]
Type, Tour	[F _(4,176)]=9,33 ; p<0,001]
Situation	[F _(1,44)]=275,24 ; p<0,001]

Tableau 29 : Valeur des probabilités issues des analyses sur l'amplitude des ajustements de la position latérale dans les ZCC.

L'amplitude des ajustements latéraux ne différencie pas globalement les Sinistrés des Témoins (0,51 m).

Les ajustements latéraux sont plus amples lors du tour 2 (0,55 m) comparativement aux tours 1 et 3 (0,49 m) – (p<0,05).

La comparaison des moyennes des ajustements latéraux selon le type de routes, ne sont pas significatives (Droite : 0,52 m ; Courbes larges : 0,49 m ; Courbes serrées 0,51 m).

Les ajustements latéraux sont plus amples dans les zones "avec événements" (0,59 m), comparativement aux zones "sans événements" (0,42 m).

L'interaction des facteurs **Age** et **Groupe** (figure 56) montre que l'amplitude des ajustements latéraux est plus importante chez les *Seniors 2* comparativement aux *Seniors 1* dans le groupe des *Sinistrés* et on observe le phénomène inverse dans le groupe *Témoins*. Les comparaisons de moyennes ne sont cependant pas significatives.

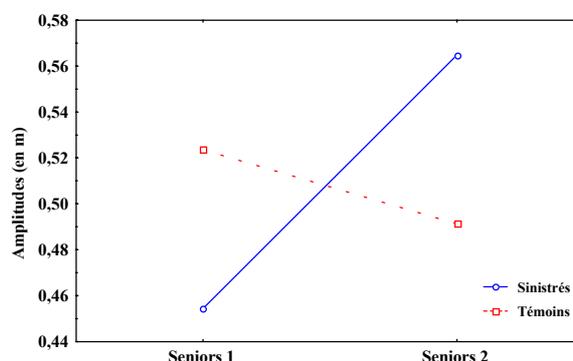


Figure 56 : Représentation de l'amplitude des ajustements latéraux, selon l'âge et le groupe de sinistralité.

L'interaction des facteurs **Sexe** et **Age** (figure 57) tend à montrer que l'âge n'influence pas l'amplitude des ajustements latéraux chez les hommes, alors que celle-ci est plus importante chez les femmes *Seniors 2* que chez les femmes *Seniors 1*.

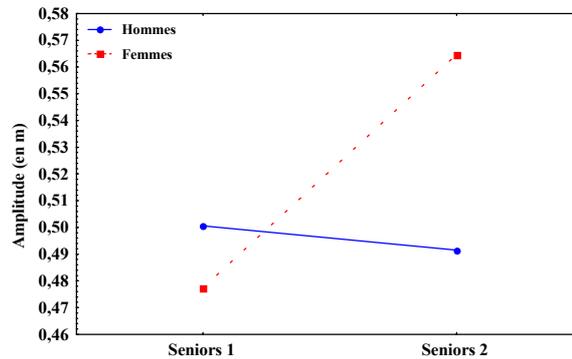


Figure 57 : Représentation de l'amplitude des ajustements latéraux, selon l'âge et le sexe.

L'interaction des facteurs **Type de route** et **Tour** (figure 58) montre que les ajustements latéraux sont plus amples au tour 2 comparativement au tour 1, dans les droites et les courbes serrées. Lors du tour 3, les amplitudes des ajustements latéraux se réduisent, dans les courbes, elles restent élevées dans les lignes droites.

On peut remarquer que les types de routes se différencient sur cet indice au fil du temps de conduite.

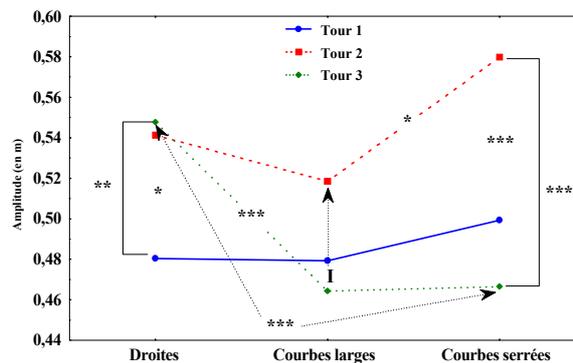


Figure 58 : Représentation de l'amplitude des ajustements latéraux, selon le type de route et les tours de circuit. $p < 0,1$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

3.5.6.2. Analyse effectuée dans les ZVC

Sexe, Age	[$F_{(1,44)}=10,49$; $p < 0,01$]
Groupe, Age	[$F_{(1,44)}=6,29$; $p < 0,05$]
Tour	[$F_{(2,88)}=2,42$; $p = 0,094$]
Situation	[$F_{(1,44)}=53,7$; $p < 0,001$]

Tableau 30 : Valeur des probabilités issues des analyses sur l'amplitude des ajustements de la position latérale dans les ZVC.

L'amplitude des ajustements latéraux ne différencie pas globalement les Sinistrés des Témoins (0,52 m). Ces mesures sont équivalentes à celles relevées dans les ZCC.

Le facteur Tour ne montre plus qu'une tendance allant dans le sens d'une augmentation des ajustements latéraux au fil du temps de conduite (T1 : 0,49 m ; T2 : 0,52 m ; T3 : 0,53 m). Les comparaisons de moyennes ne sont pas significatives.

Tout comme dans les ZCC, les ajustements latéraux sont plus amples dans les zones "avec événements" (0,58 m), comparativement aux zones "sans événements" (0,46 m).

L'interaction Groupe et Age observée dans les ZVC est identique à celle décrite dans les ZCC.

Dans l'interaction **Sexe et Age** (figure 59), nous observons que les comportements des sujets *Seniors 2* et des femmes *Seniors 1* sont équivalents à ceux décrits pour les ZCC. Par contre, dans les ZVC, les hommes *Seniors 1* présentent des ajustements latéraux significativement plus amples que leurs homologues *Seniors 2* et que les femmes *Seniors 1*.

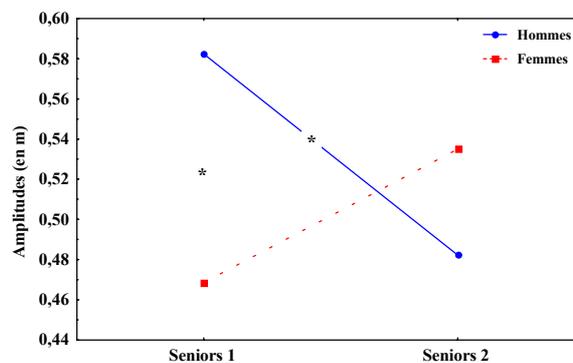


Figure 59 : Représentation de l'amplitude des ajustements latéraux, selon l'âge et le sexe. * $p < 0,05$

3.5.7. Mesures dans les zones critiques

3.5.7.1. Courbe en S

➤ Effet du panneau de réduction de la vitesse

Sexe, Age	[$F_{(1,44)}=5,1$; $p < 0,05$]
Tour, Sexe, Age	[$F_{(2,88)}=6,55$; $p < 0,01$]

Tableau 31 : Valeur des probabilités issues des analyses de l'effet du panneau de réduction de la vitesse à 110 km/h.

L'interaction **Tour, Sexe, Age** (figure 60) montre que l'effet du panneau de réduction de la vitesse différencie essentiellement les sujets lors du premier tour de circuit. La réduction de la vitesse est la plus importante chez les hommes les moins âgés et les femmes les plus âgées. On peut observer que ces sujets réduisent plus leur vitesse au second passage

dans la courbe, alors que les hommes les plus âgés et les femmes les plus jeunes augmentent leur vitesse lors du second tour de circuit.

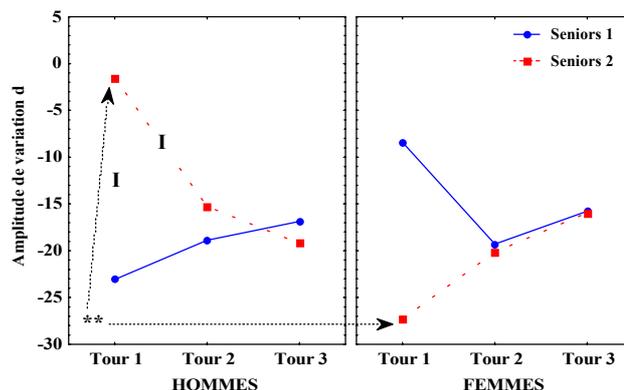


Figure 60 : Représentation de l'amplitude de réduction de la vitesse à la hauteur du panneau "vitesse limitée à 110 km/h", selon l'âge, le sexe et les tours de circuit. $I p < 0,1$; $** p < 0,01$.

Ce comportement ne différencie pas significativement les sujets *Sinistrés* qui réduisent en moyenne leur vitesse de 15 km/h, des sujets *Témoins* qui réduisent de 18,5 km/h.

➤ **Amplitude des variations de la vitesse**

Sexe	$[F_{(1,44)}=9,16 ; p < 0,05]$
Tour, Sexe	$[F_{(2,88)}=3,46 ; p < 0,05]$

Tableau 32 : Valeur des probabilités issues des analyses de l'amplitude des variations de la vitesse.

La comparaison des moyennes des facteurs **Sexe** et **Tour** (figure 61) montre que les femmes présentent des ajustements de la vitesse plus amples que les hommes. Ces différences sont particulièrement marquées lors du tour 1 et du tour 3. Chez les hommes, on observe une tendance à la réduction de ces amplitudes au fil du temps de conduite.

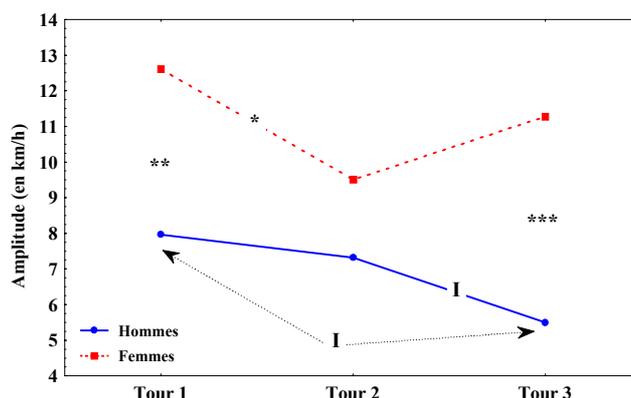


Figure 61 : Représentation de l'amplitude des variations de la vitesse dans la zone de vitesse limitée à 110 km/h", selon le sexe et les tours de circuit. $I p < 0,1$; $* p < 0,05$; $** p < 0,01$; $*** p < 0,001$.

➤ Amplitude de départ à l'inversion des courbes

Tour	$[F_{(2,88)}=10,42 ; p<0,001]$
Tour, Sexe	$[F_{(2,88)}=3,83 ; p<0,05]$

Tableau 33 : Valeur des probabilités issues des analyses de l'amplitude de départ à l'inversion des courbes.

Ce comportement ne différencie pas significativement les sujets *Sinistrés* qui présentent un départ moyen de 1,9 m, des sujets *Témoins* dont le départ moyen est de 2 m.

L'interaction des facteur **Tour** et **Sexe** (figure 62) est quasiment stable au fil du temps de conduite, chez les hommes, alors qu'il se réduit significativement chez les femmes qui présentent à partir du second tour un départ moins important que les hommes.

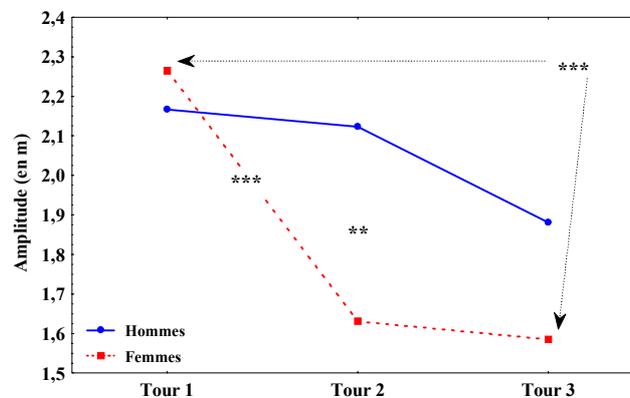


Figure 62 : Représentation de l'amplitude du départ à l'inversion des courbes dans la zone de vitesse limitée à 110 km/h", selon le sexe et les tours de circuit. $p<0,1$; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Dans cette zone, nous n'observons aucun effet des différents facteurs ni sur la vitesse moyenne adoptée dans cette zone, ni sur la fréquence des ajustements de la vitesse.

3.5.7.2. Panneau de vitesse limitée à 90 km/h pour les poids lourds

➤ Effet du panneau sur la vitesse

Age	$[F_{(1,44)}=3,39 ; p=0,072]$
Tour	$[F_{(2,88)}=8,87 ; p<0,001]$

Tableau 34 : Valeur des probabilités issues des analyses de l'effet du panneau de réduction de la vitesse pour les poids lourds

Les *Seniors 2* (16 km/h) ont tendance à réduire plus leur vitesse à la hauteur de ce panneau que les *Seniors 1* (12,1 km/h).

La réduction de la vitesse est globalement moins importante au fil des tours de circuit (figure 63). On remarquera cependant qu'il existe toujours une réduction de la vitesse à la hauteur de ce panneau dont l'information ne concerne pas les sujets.

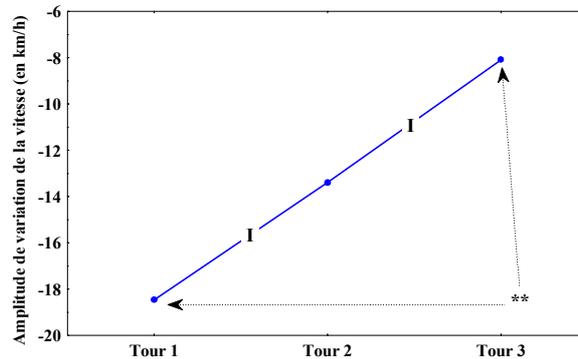


Figure 63 : Représentation de la différence de vitesse, relevée avant le panneau et 600 m après celui-ci, selon les tours de circuit. I p<0,1 ; **p<0,01.

La comparaison des moyennes des facteurs Tour et Sexe (figure 64) montre que le comportement des deux sexes se différencie lors du premier tour de circuit. Les femmes garde une vitesse significativement plus réduite 600 m après le panneau comparativement aux hommes. On remarquera que la vitesse des hommes est également réduite et que cette réduction se produit à chaque tour de circuit.

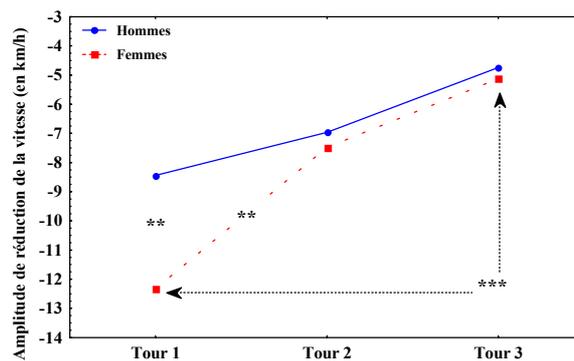


Figure 64 : Représentation de la différence de vitesse, relevée avant le panneau et 600 m après celui-ci, selon les tours de circuit et le sexe des sujets. **p<0,01 ; ***p<0,001.

La comparaison des moyennes des facteurs Tour et Groupe (figure 65) montre que les sujets *Témoins* ont tendance à conserver une réduction de la vitesse plus importante que les *Sinistrés*.

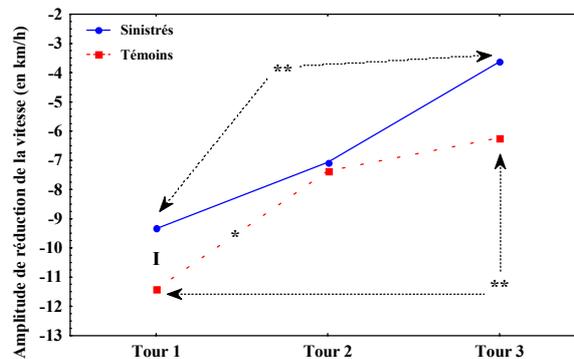


Figure 65 : Représentation de la différence de vitesse, relevée avant le panneau et 600 m après celui-ci, selon les tours de circuit et le groupe de sinistralité. **p<0,01 ; ***p<0,001.

La comparaison des moyennes des facteurs **Tour** et **Age** (figure 66) montre que les sujets les plus jeunes (Seniors 1) conservent une vitesse plus réduite que les sujets les plus âgés (Seniors 2), particulièrement lors du premier tour de circuit.

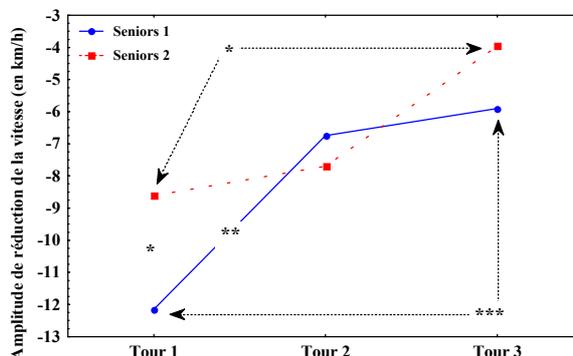


Figure 66 : Représentation de la différence de vitesse, relevée avant le panneau et 600 m après celui-ci, selon les tours de circuit et l'âge des sujets.
*p<0,05 ; **p<0,01 ; ***p<0,001.

3.5.7.3. Suivi de véhicules

Tour	[F _(1,44) =8,86 ; p<0,01]
Tour, Sexe, Groupe, Age	[F _(1,44) =5,6 ; p<0,05]

Tableau 35 : Valeur des probabilités issues des analyses de la distance inter-véhicule

Globalement, les sujets augmentent la distance inter-véhicule lors du second tour de circuit (112 m) comparativement au premier (91 m).

Afin de faciliter l'interprétation de l'interaction Tour, Sexe, Groupe, Age, nous avons effectué deux analyses, en isolant pour chacune d'elle le facteur groupe.

L'analyse effectuée sur le groupe *Témoins* montre un effet du tour de circuit, la distance inter-véhicule est plus importante lors du tour 2 (108 m) comparativement au tour 1 (86 m) - [F_(1,18)=6,15 ; p<0,05].

Dans l'analyse effectuée sur le groupe *Sinistrés* [F_(1,26)=3,33 ; p=0,08]. L'interaction Tour, Sexe, Age (figure 67) montre que les femmes *Seniors 1* augmente la distance inter-véhicule entre le premier et le second tour de circuit, alors que les femmes *Seniors 2* réduisent leur distance inter-véhicule. Au second tour de circuit, la distance inter-véhicule de ces dernières est significativement moins importante que celle de leurs homologues masculins.

Chez les hommes, on observe une augmentation de la distance inter-véhicule des sujets les plus âgés au second tour de circuit. Cette augmentation n'est cependant pas significative.

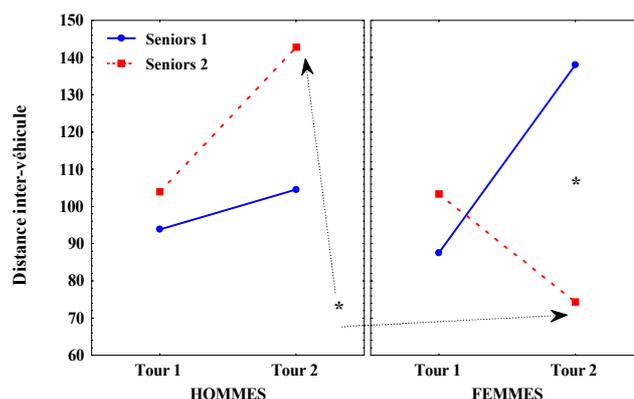


Figure 67 : Représentation de la distance inter-véhicule, selon les tours de circuit, le sexe et l'âge des sujets. * $p < 0,05$.

3.5.7.4. Déports latéraux

3.5.7.4.1. Dépassement de voiture

➤ Dépassement de la voiture au pk20

Age	[$F_{1,44}$]=5,58 ; $p < 0,05$]
Tour, Age	[$F_{(1,44)}$]=4,55 ; $p < 0,05$]
Tour, Groupe, Age	[$F_{(1,44)}$]=7,04 ; $p < 0,05$]
Tour, Groupe, Sexe, Age	[$F_{1,44}$]=4,92 ; $p < 0,05$]

➤ Dépassement de la voiture au pk 32

Age	NS
-----	----

➤ Dépassement de la voiture au pk 48

Age	[$F_{1,44}$]=3,45 ; $p = 0,069$]
-----	-------------------------------------

Tableau 36 : Valeur des probabilités issues des analyses sur l'amplitude du déport latéral lors du dépassement des autres voitures sur la circuit.

Ces trois véhicules ne circulent pas sur le même type de route. Ainsi, au pk 20, nous sommes quasiment en ligne droite, mais sur une montée. Au pk 32, le dépassement se fait dans une zone de courbe serrée et au pk 48, il s'agit d'une courbe large.

Nous n'obtenons pas exactement les mêmes effets des différents facteurs dans l'analyse de ces trois dépassements de voitures. Cependant, les déports effectués par les sujets sont équivalents en ce qui concerne le facteur **Age** (tableau 37), le déport latéral des sujets les plus jeunes est toujours supérieur à celui des sujets les plus âgés.

	Amplitude du déport latéral	
	Seniors 1	Seniors 2
Voiture au pk 20	-3,2	-2,6 *
Voiture au pk 32	-3,1	-2,9
Voiture au pk 48	-3,2	-3 ^I

Tableau 37 : Récapitulatif de l'amplitude des déports latéraux, selon les voitures dépassées et l'âge des sujets.

Le facteur **Groupe** (tableau 38) ne différencie pas significativement les sujets, hormis lors du dépassement de la voiture en ligne droite où les sujets *Sinistrés* présentent un déport latéral moins important que les sujets *Témoins*. Cette différence concerne cependant essentiellement les femmes au Tour 2 (conférer figure 70).

	Amplitude du déport latéral	
	Sinistrés	Témoins
Voiture au pk 20	-2,7	-3,1*
Voiture au pk 32	-3	-3,1
Voiture au pk 48	-3,1	-3,1

Tableau 38 : Récapitulatif de l'amplitude des déports latéraux, selon les voitures dépassées et le groupe de sinistralité des sujets.

La comparaison des moyennes des facteurs **Tour** et **Age** (Dépassement de la voiture au pk 32 - figure 68) montre qu'au premier tour de circuit les Seniors 2 présentent un déport latéral moins important que les Seniors 1. Au second tour de circuit, leur déport latéral augmente, il est significativement plus important qu'au premier tour et ils ne se différencient plus significativement des Seniors 1.

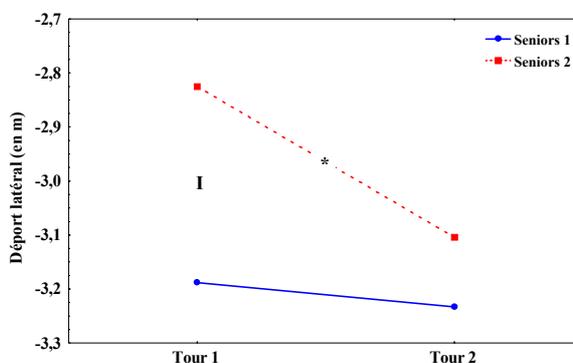


Figure 68 : Représentation du déport latéral lors du dépassement de la voiture circulant (pk32), selon les tours de circuit et l'âge des sujets. $p < 0,1$.

Dans la comparaison des moyennes des facteurs **Tour** et **Age** (figure 69), l'analyse du dépassement de la voiture circulant dans une ligne droite montre des comportements quelque peu différents. Les sujets les plus âgés présentent toujours un déport latéral globalement moins important que celui des sujets les plus jeunes. Contrairement à l'analyse du dépassement d'une voiture circulant dans une courbe serrée, on voit ici que l'écart entre les groupes d'âge se creuse au second tour de circuit. Au premier tour, l'amplitude des déports n'est pas significativement différente ; au second tour les sujets les plus âgés présenteraient une tendance à diminuer l'amplitude du déport et les sujets les plus jeunes à l'augmenter.

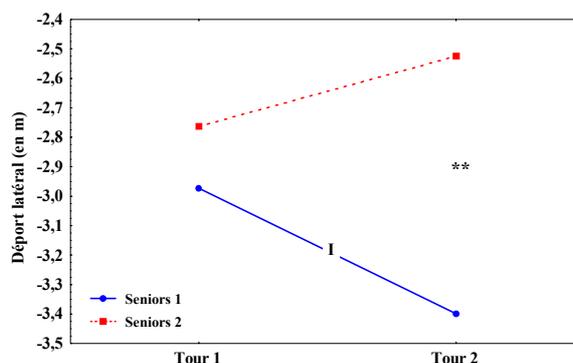


Figure 69 : Représentation du déport latéral lors du dépassement de la voiture circulant (pk20), selon les tours de circuit et l'âge des sujets. $p < 0,1$; * $p < 0,05$.

Dans l'interaction des facteurs **Tour**, **Sexe**, **Age** et **Groupe** (figure 70) on peut remarquer que :

- l'amplitude du déport latéral **des hommes** ne différencie pas significativement les différents groupes de sujets. Cependant, les sujets Seniors 2 présentent un déport latéral moins important que les Seniors 1 particulièrement lors du second tour de circuit. Durant ce tour, on peut aussi remarquer que les sujets Sinistrés présentent un déport moins important que les sujets Témoins.

- **chez les femmes**, le tour de circuit a une plus grande influence sur ce comportement. Ainsi, lors du tour 1, les *Sinistrés* les plus jeunes présentent un déport latéral moins important que les plus âgées et chez les Témoins, on observe le phénomène inverse. Au second tour de circuit, les femmes les plus âgées présentent un déport moins important que les plus jeunes. Cette différence est significative chez les sujets *Sinistrés*, qui présentent un déport latéral significativement moins important lors du second tour de circuit comparativement au premier. Ce déport a tendance à être moins important que celui de leurs homologues masculins (*Seniors 2 Sinistrés*).

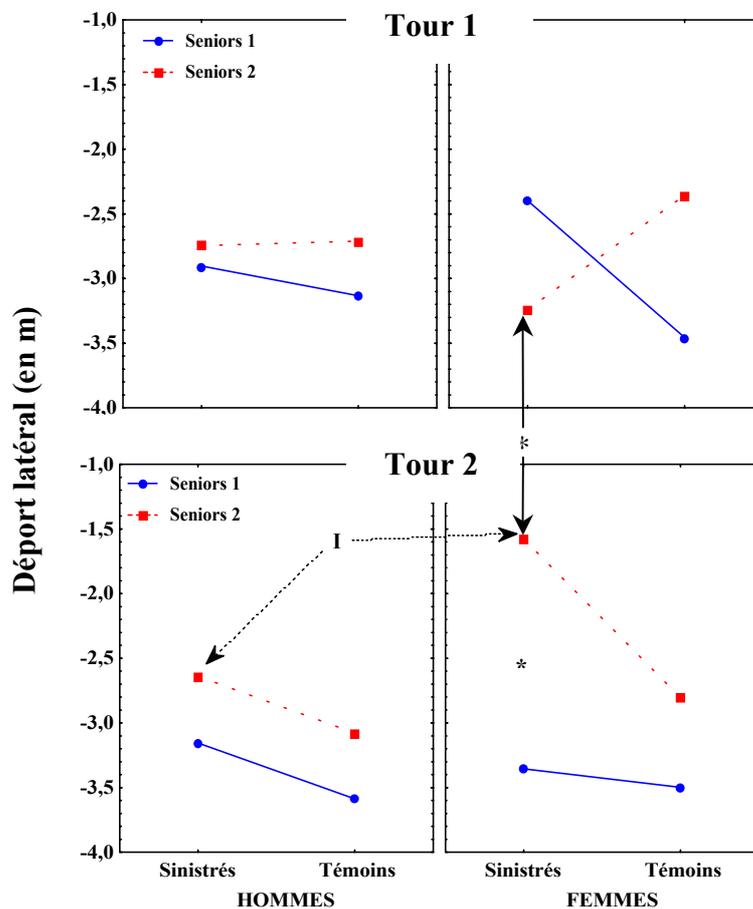


Figure 70 : Représentation de l'amplitude du déport latéral lors du dépassement de la voiture au pk 20, selon le tour de circuit, l'âge, le sexe et le groupe de sinistralité. I p=0,09 ; * p<0,05.

3.5.7.4.2. *Dépassement de camions*

➤ Dépassement du camion dans la BAU

Age	[F _(1,44)]=13,86 ; p<0,001]
Tour, Age	[F _(2,68)]=3,44 ; p<0,05]
Tour, Sexe, Age	[F _(2,88)]=3,15 ; p<0,05]
Tour, Groupe	[F _(2,88)]=2,71 ; p=0,071]

➤ Dépassement du camion sortant d'un parking

Age	[F _(1,44)]=5,91 ; p<0,05]
Tour	[F _(1,44)]=12,79 ; p<0,001]
Tour, Age	[F _(1,44)]=7,2 ; p<0,05]

➤ Dépassement d'un camion circulant sur la voie de droite

Groupe	[F _(1,44)]=3,76 ; p=0,059]
Tour	[F _(1,44)]=4,7 ; p<0,05]

Tableau 39 : Valeur des probabilités issues des analyses sur l'amplitude du déport latéral lors du dépassement des camions sur le circuit.

Le déport latéral des sujets les plus jeunes est supérieur à celui des sujets les plus âgés, hormis lors du dépassement du camion circulant à faible allure sur la chaussée de droite pour lequel les amplitudes de déport des deux populations sont équivalentes (tableau 40).

	Amplitude du déport latéral	
	Seniors 1	Seniors 2
Camion BAU	-3,1	-2,4***
Camion parking	-3,7	-3,4*
Camion circulant	-2,9	-2,9

Tableau 40 : Récapitulatif de l'amplitude des déports latéraux, selon les camions dépassés et l'âge des sujets.

Le facteur **Groupe** (tableau 41) ne différencie pas significativement les sujets, hormis lors du dépassement du camion circulant. Cependant, on remarquera que les sujets *Sinistrés* présentent un déport latéral moins important que les sujets *Témoins*.

	Amplitude du déport latéral	
	Sinistrés	Témoins
Camion BAU	-2,6	-2,9
Camion parking	-3,5	-3,6
Camion circulant	-2,6	-3,2 ¹

Tableau 41 : Récapitulatif de l'amplitude des déports latéraux, selon les poids lourds dépassés et le groupe de sinistralité des sujets.

L'interaction des facteurs **Tour** et **Groupe** (camion arrêté dans la BAU - figure 71) montre que l'amplitude du déport latéral des *Sinistrés* reste stable au fil des tours de circuit, alors que les *Témoins* augmentent cette amplitude à partir du second tour de circuit.

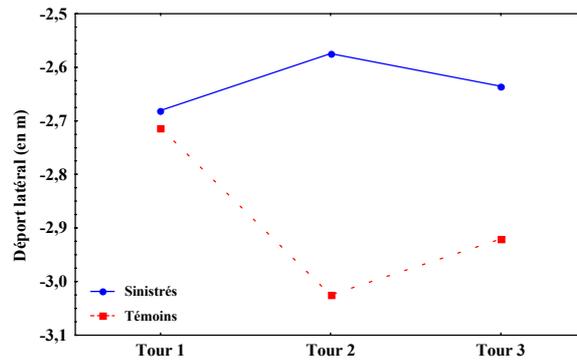


Figure 71 : Représentation de l'amplitude du déport latéral lors du dépassement du camion arrêté dans la BAU, selon les tours de circuit et le groupe de sinistralité.

L'interaction des facteurs Age, Tour et Sexe (camion arrêté dans la BAU - figure 72) montre que les sujets *Seniors 2* présentent un déport latéral moins important que les *Seniors 1* ; cette différence n'est cependant plus significative chez les hommes à partir du second tour de circuit et chez les femmes au 3^{ème} tour. On peut donc observer que les hommes *Seniors 2* augmentent cette amplitude dès le second tour, alors que les femmes *Seniors 2* la conservent encore au second tour ; les deux groupes se distinguent donc significativement lors du second tour de circuit.

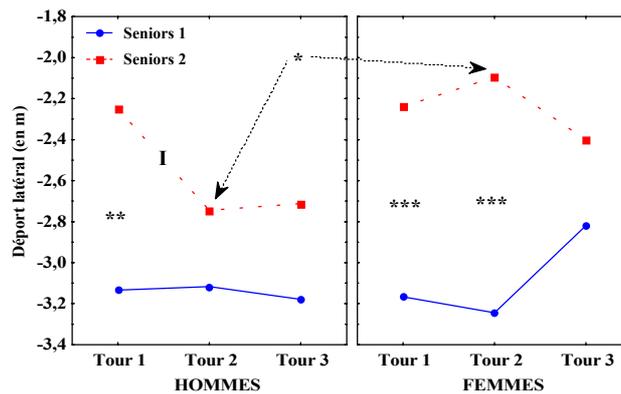


Figure 72 : Représentation de l'amplitude du déport latéral lors du dépassement du camion arrêté dans la BAU, selon les tours de circuit, le sexe et l'âge des sujets. I p=0,091 ; **p<0,01 ; ***p<0,001.

L'interaction des facteurs Tour et Age (camion sortant du parking – figure 73) montre que le déport latéral des *Seniors 2* est moins important que celui des *Seniors 1* lors du premier tour de circuit. Cette différence disparaît lors du second tour, les *Seniors 2* augmentant significativement l'amplitude de leur déport latéral.

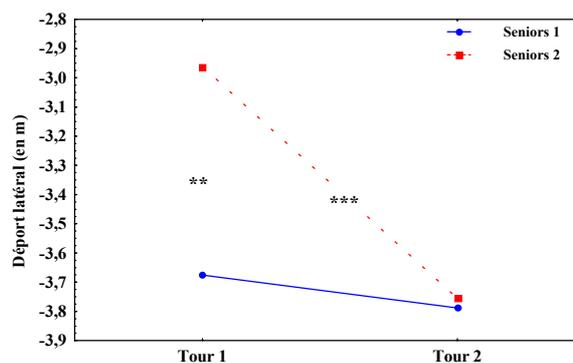


Figure 73 : Représentation de l'amplitude du déport latéral lors du dépassement du camion sortant d'un parking, selon le tour de circuit et l'âge des sujets. **p<0,01 ; ***p<0,001.

3.5.7.5. Réactions à diverses mises en situation

➤ Déport latéral

Age	[F _(1,43) =4,27 ; p<0,05]
Événement	[F _(5,215) =96,06 ; p<0,001]
Événement, Groupe	[F _(5,215) =3,27 ; p<0,01]

Tableau 42 : Valeur des probabilités issues des analyses des déports latéraux dans les diverses mises en situation.

Les sujets le plus âgés (Seniors 2 : -1,7 m) présentent un déport latéral globalement moins important que les sujets les plus jeunes (Seniors 1 : -2 m).

L'amplitude du déport latéral diffère selon les événements (tableau 43). Plus l'événement est situé latéralement à la chaussée moins le déport latéral est important.

	Piéton	Oiseau lat.	Chien	Ballon	Oiseau face	Carton
Piéton		NS	***	***	***	***
Oiseau lat.	NS		***	***	***	***
Chien	***	***		P=0,08	***	***
Ballon	***	***	P=0,08		***	***
Oiseau face	***	***	***	***		NS
Carton	***	***	***	***	NS	

Tableau 43 : Récapitulatif de la valeur des probabilités de l'analyse du déport latéral dans la comparaison des différentes situations

L'interaction des facteurs Événement et Groupe (figure 74) montre que le déport latéral des Témoins est moins important que celui des Sinistrés lors du dépassement du ballon. Chez les sujets Témoins, le déport latéral lors du dépassement du chien est moins important que celui lors du dépassement du ballon, cette différence n'existe pas chez les sujets Sinistrés.

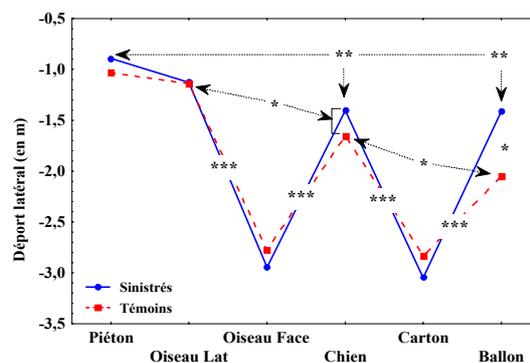


Figure 74 : Représentation de l'amplitude du déport latéral dans la comparaison des différentes situations, selon le groupe de sinistralité. *p<0,05 ; **p<0,01 ; ***p<0,001.

La comparaison des moyennes des facteurs Événements et Age (figure 75) montre que si le déport latéral des sujets les plus âgés est généralement moins important que celui des sujets les moins âgés, cette différence ne se révèle significative que lors du dépassement du chien. Chez les sujets Seniors 2, le déport latéral est significativement moins important pour le chien que le ballon, alors que chez les Sinistrés, on note un déport latéral moins important pour l'oiseau apparaissant en latéral que pour le chien.

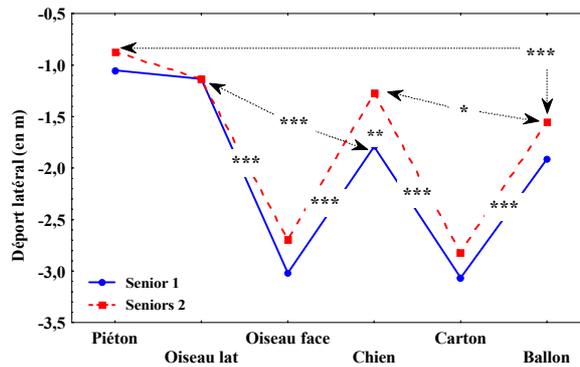


Figure 75 : Représentation de l'amplitude du déport latéral dans la comparaison des différentes situations, selon l'âge. *p<0,05 ; **p<0,01 ; ***p<0,001.

➤ Effet sur la vitesse

Age	[F _(1,43) =3,55 ; p=0,066]
Sexe, Groupe	[F _(1,43) =4,21 ; p<0,05]
Événement	[F _(5,215) =44,2 ; p<0,001]
Événement, Sexe, Groupe	[F _(5,215) =3,59 ; p<0,01]

Tableau 44 : Valeur des probabilités issues des analyses de l'effet sur la vitesse dans la négociation des diverses mises en situation.

La réduction de la vitesse est globalement plus importante chez les Seniors 1 (19 km/h) comparativement aux Seniors 2 (14 km/h).

La réduction de vitesse n'est pas significativement différente entre les événements situés en latéral, sur la BAU. Elle est significativement plus importante pour les événement situé en face du sujet et/ou sur la chaussée (tableau 45).

	Oiseau lat	Piéton	Chien	Oiseau Face	Ballon	Carton
Oiseau lat		NS	NS	***	***	***
Piéton	NS		NS	***	***	***
Chien	NS	NS		**	***	***
Oiseau face	***	***	**		**	***
Ballon	***	***	***	**		***
Carton	***	***	***	***	***	

Tableau 45 : Récapitulatif de la valeur des probabilités de l'analyse de l'effet sur la vitesse dans la comparaison des différentes situations.

L'interaction des facteurs Événement, Sexe et Groupe (figure 76) montre que l'amplitude de réduction de la vitesse différencie les groupes de sinistralité et les sexes essentiellement sur les événements se situant sur la voie de circulation. Elle est moins importante chez les hommes *Sinistrés* comparativement à leurs homologues féminines ; cette différence est significative à la réaction au carton sur la chaussée. Par contre, nous observons que les hommes *Témoins* tendent à réduire plus leur vitesse pour ces mêmes événements que les femmes *Témoins*. Les femmes *Sinistrés* présentent une réduction de la vitesse significativement plus importante en réaction au carton sur la chaussée que les femmes *Témoins*.

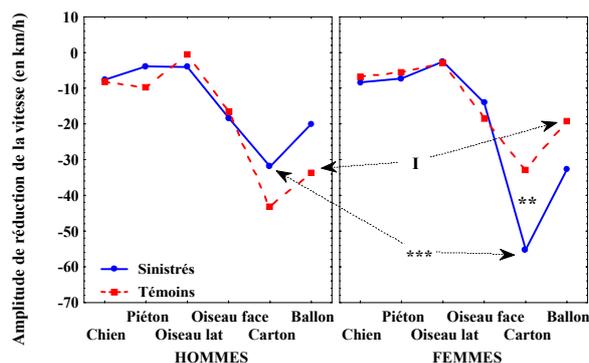


Figure 76 : Représentation de l'amplitude de la réduction de vitesse dans la comparaison des différentes situations, selon le sexe et le groupe de sinistralité. I $p=0,095$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

3.6. Les mesures subjectives

3.6.1. Le questionnaire d'anxiété/dépression

L'ANOVA pour mesures répétées effectuée sur les variables "Hors laboratoire", "Avant la conduite" et "Après la conduite", montre un effet du facteur Sexe [$F_{(1,44)}=10,95$; $p<0,001$] – (figure 77). Les hommes (5,2/21) présentent un score d'anxiété moins important que les femmes (7,3/21). Le score mesuré "Hors laboratoire" est aussi plus important que les scores mesurés durant la séance expérimentale [$F_{(1,44)}=2,96$; $p=0,057$].

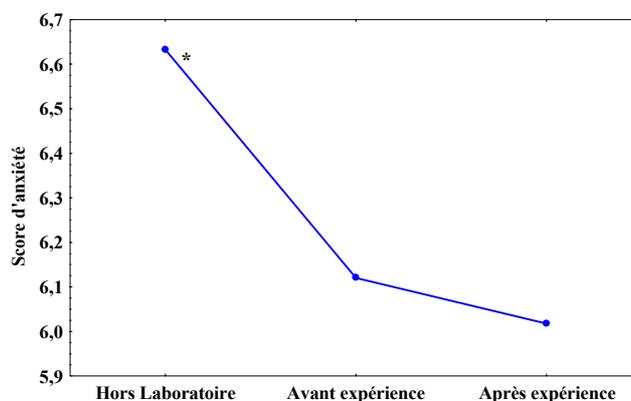


Figure 77 : Représentation des scores d'anxiété selon le moment de la mesure. * $p<0,05$.

Les mesures effectuées sur le score de dépression ne relèvent aucun effet des différents facteurs.

3.6.2. L'évaluation de la charge mentale

L'analyse du score moyen de charge mentale n'a révélé aucun effet des différents facteurs.

3.6.3. Les évaluations subjectives concernant la conduite

Les sujets s'évaluent comme plus somnolents après la conduite (moy. : 2,6/9) qu'avant (moy. : 3,4/9) - [$F_{(1,44)}=9,9$; $p<0,01$].

Ils s'estiment aussi globalement plus fatigués après la conduite (moy. : 1,1/4) comparativement à leur niveau de fatigue avant la conduite (moy. : 0,5/4) - [$F_{(1,44)}=18,9$; $p<0,001$].

Nous obtenons une interaction des facteurs Moment de la mesure et Groupe [$F_{(1,44)}=5,7$; $p<0,05$] et des facteurs Moment de la mesure, Sexe et Groupe [$F_{(1,44)}=6,46$; $p<0,05$] – (figure 78) . Cette dernière interaction montre se sont essentiellement les femmes *Témoins* qui s'estiment plus fatiguées après la conduite comparativement à avant. On peut relever que seules les femmes *Sinistrés* ne font pas la différence entre leur niveau de fatigue avant et après l'expérience.

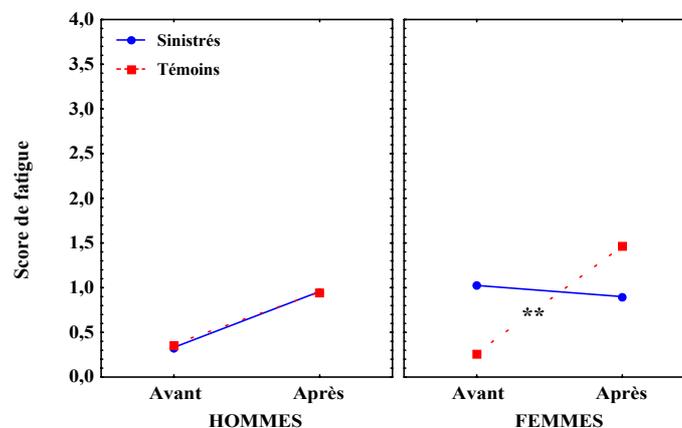


Figure 78 : Représentation de l'évaluation du niveau de fatigue avant/après l'expérience, selon le sexe et la sinistralité des sujets. ** $p<0,01$.

Les sujets s'estiment globalement plus abattus après la séance de conduite (moy. : 1,7) qu'avant (moy. : 0,9) - [$F_{(1,44)}=6,46$; $p<0,05$]. Mais, ils ont tendance à s'estimer aussi plus heureux [$F_{(1,44)}=3,14$; $p<0,05$] – (moy. Avant : 5,9 ; moy. Après 6,5).

L'estimation de la tension et de l'excitation ne révèle aucun effet des différents facteurs.

Les hommes (moy. : 7,5) se déclarent globalement plus concentrés que les femmes (moy. : 6,3) - [$F_{(1,44)}=9,13$; $p<0,01$]. La capacité de concentration tend aussi à se détériorer après la tâche de conduite (moy. : 6,7) comparativement à avant (moy. : 7,2) - [$F_{(1,44)}=3,13$; $p=0,083$].

L'estimation de l'état "être heureux" se montre sensible au facteur Groupe [$F_{(1,44)}=9,13$; $p<0,01$]. Les sujets *Sinistrés* (moy. : 6,7) s'estiment globalement moins heureux que les sujets *Témoins* (moy. : 8).

Nous observons également une interaction des facteurs Sexe et Groupe [$F_{(1,44)}=4,5$; $p<0,05$] – (figure 79). La différence d'évaluation n'est pas significative chez les hommes, par contre, les femmes *Sinistrés* s'estiment moins heureuse que les autres groupes de sujets.

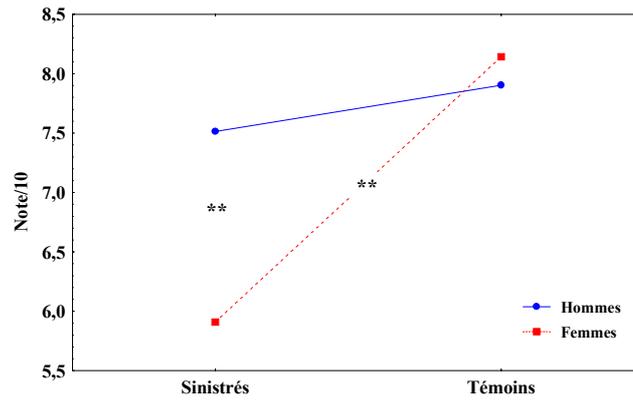


Figure 79 : Représentation de l'estimation de l'état "être heureux", selon le sexe et la sinistralité des sujets. ** $p < 0,01$.

Les sujets *Sinistrés* les plus jeunes (*Seniors 1*) ressentent la tâche de conduite comme plus monotone que les sujets *Sinistrés* les plus âgés (*Seniors 2*) et on observe l'effet inverse dans les groupes de sujets Témoins [$F_{(1,44)}=3,14$; $p=0,082$] – (figure 80).

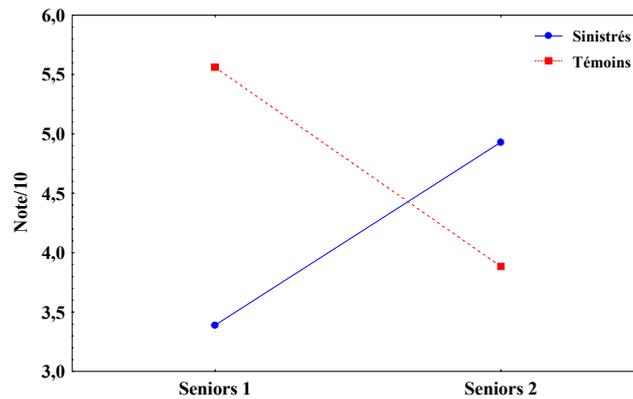


Figure 80 : Représentation de l'estimation de la monotonie de la tâche, selon l'âge et le groupe de sinistralité des sujets.

4. DISCUSSION

4.1 Réflexions à propos du recrutement

Le taux des réponses obtenu après le premier contact effectué par la MAIF par courrier, est sensiblement inférieur (22%) aux retours que l'assurance obtient habituellement, soit 30%. L'accueil manifesté pour cette proposition d'étude n'a donc pas soulevé un grand enthousiasme. Lors des entretiens téléphoniques, nous relevons effectivement une certaine réticence à participer, par laquelle les sociétaires exprimaient la peur que l'on puisse leur enlever le permis de conduire à l'issue de l'évaluation et/ou que leur assurance pourrait être mise au courant de leurs performances. Nous savons également, par le biais des personnes qui ont participé à l'étude, que parmi leurs connaissances, cette crainte était la raison majeure pour laquelle les sociétaires n'ont pas souhaité participer à l'expérience. Un certain nombre de personnes ressentent donc une menace à leur liberté de conduire et redoutent à se soumettre à une procédure d'évaluation. Il serait légitime de penser que des personnes ayant présenté une augmentation de l'accidentologie hésiteraient, encore plus que les autres, à se prêter à ce type de demande de la part de leur assurance. Or, nous observons que les taux de participation des sociétaires issus du groupe *Témoins* et de ceux issus du groupe des personnes *Sinistrés* sont équivalents. De même, on aurait pu s'attendre à ce que les personnes les plus âgées soient moins enthousiastes que les plus jeunes à participer à une telle étude, mais là encore, nous ne retrouvons pas de différence en terme d'âge entre le nombre de personnes contactées et le nombre de personnes qui ont répondu à la sollicitation de leur assurance.

Nous avons rencontré quelques difficultés à constituer les groupes de sinistralité à partir des fichiers fournis par la MAIF. Finalement, nous nous sommes appuyées, en plus et en parallèle, sur les renseignements, portant sur l'accidentologie, fournis par les sujets à partir du questionnaire de conduite. Nous avons notamment décidé que si les personnes déclaraient plus d'accidents que ceux mentionnés par le dossier d'assurance, nous considérerions cette dernière donnée comme reflétant le réel nombre d'accidents. Pour le cas où le chiffre, fourni par les sujets, était inférieur à celui mentionné dans le fichier MAIF, nous avons consulté directement le dossier d'assurance du sociétaire concerné, au siège de l'assurance à Strasbourg. Nous avons essentiellement été gênés par le fait que le conducteur de la voiture, au moment du sinistre, n'est pas toujours connu et la méconnaissance de la nature réelle du sinistre (collision ou autre incident, comme bris de glace, par exemple). Le fait que tous les sinistres, particulièrement lorsqu'il n'y a que des dégâts matériels, ne sont pas déclarés aux assurances affecte la validité des chiffres, puisque ceux-ci reposent sur des déclarations volontaires des sociétaires.

Du fait de ces imprécisions, la composition finale des groupes expérimentaux présente quelques particularités par rapport aux décisions prises préalablement. Ainsi, les sujets composant le groupe *Témoins* ont pu présenter un accident au plus, alors que nous souhaitions un groupe *Témoins* dans lequel les sujets n'auraient eu aucun sinistre. Les groupes ne sont pas parfaitement équilibrés, la population des hommes est plus importante que celle des femmes. Ce déséquilibre est beaucoup plus marqué chez les sujets *Sinistrés* et il pourrait indiquer que les femmes, contrairement aux hommes, arrêtent plus volontiers de conduire avant de présenter une augmentation de leur accidentologie.

4.2. L'examen neuropsychologique

Dans toutes les épreuves comportant une mesure du temps d'exécution d'une tâche, comme on pouvait s'y attendre, les sujets les plus âgés sont globalement moins rapides que les sujets les plus jeunes ; que l'épreuve soit sous forme papier/crayon ou informatisée. Les femmes sont globalement plus lentes que les hommes et les sujets *Sinistrés* plus lents que les sujets *Témoins*. Cette altération de la rapidité du traitement de l'information, pour certains groupes de sujets, va, comme nous allons le voir dans la suite de la discussion, influencer l'expression d'autres exigences cognitives mesurées par les différentes épreuves. La mesure de la capacité de vitesse du traitement de l'information permet également de relativiser l'exécution comportementale de certaines tâches, dans la mesure où l'on peut, sur cette base, différencier un problème de lenteur d'exécution, d'un problème de limitation des ressources attentionnelles et/ou cognitives.

Ainsi, dans la *mesure du temps de réaction*, la différence concernant l'âge ne s'exprime que dans la tâche où les sujets ne bénéficient pas d'un avertisseur sonore. Ce résultat indique que l'avertisseur n'est, non seulement pas gênant, mais particulièrement utile aux sujets les plus âgés puisqu'il leur permet d'améliorer leur temps de réponse. Ces sujets, malgré leur lenteur due à l'âge, présentent donc une bonne capacité de préparation en vue d'une réponse optimale à un signal attendu. Cette mesure a également mis en évidence l'augmentation de l'hétérogénéité de la population, puisque la dispersion des temps de réaction est plus importante chez les sujets les plus âgés. Dans cette épreuve, le signal avertisseur a un effet perturbateur chez les femmes, et dans cette condition seulement, elles présentent un temps de réponse supérieur à celui des hommes. Ce résultat indique une difficulté à inhiber des réponses inappropriées. Cette difficulté est néanmoins discrète dans la mesure où elle n'entraîne pas un nombre d'erreurs plus important. On peut également remarquer que les temps d'exécution des femmes sont moins homogènes que ceux des hommes.

Dans la *tâche de balayage visuel*, les différences de performances entre les sujets *Sinistrés* et les sujets *Témoins*, sont fortement influencées par l'âge et le sexe. Le temps d'exécution de la tâche est nettement plus important chez les femmes *Sinistrées* les plus âgées comparativement à tous les autres groupes et, on observe que, chez les hommes les plus âgés, se sont les sujets *Témoins* qui présentent le temps d'exécution le plus long. Cette différenciation hommes/femmes d'une part et *Sinistrés/Témoins* d'autre part, n'existe pas chez les sujets les plus jeunes.

Le test des matrices présente trois niveaux de difficultés : le test de classement bidirectionnel mesure essentiellement des fonctions perceptives simples alors que le test de classement multidirectionnel nécessite la capacité de rechercher l'information et le traitement cognitif est plus profond. Le test des panneaux présente en plus une exigence de mémoire verbale et spatiale. Dans la *tâche de classement bidirectionnel*, la performance des femmes âgées *Sinistrées* est particulièrement mauvaise comparativement à celle des autres groupes. Nous verrons, dans la suite de la discussion, que ce groupe se distingue dans la tâche de conduite simulée par des comportements inadaptés. Ce test semble donc bien être corrélé avec les résultats de la simulation, faisant apparaître le simulateur comme un test révélateur de capacités cognitives. Le facteur âge est dans l'ensemble également sensible à cette épreuve, les sujets les plus âgés présentent plus de difficultés que les plus jeunes.

Dans la tâche de *classement multidirectionnel*, nous remarquons que les femmes présentent un score globalement inférieur à celui des hommes et les sujets les plus âgés obtiennent de moins bons scores que les plus jeunes. Mais, plus intéressante est la difficulté

que montrent les sujets *Sinistrés* des deux sexes à effectuer cette tâche, difficulté cependant potentialisée chez les femmes.

Dans la *tâche de classement des panneaux*, nous observons que les difficultés des sujets les plus âgés et des femmes persistent. Un résultat intéressant est celui en rapport avec le groupe de sinistralité. Ainsi, les sujets les plus jeunes présentent un meilleur score lorsqu'ils sont *Sinistrés* que leurs homologues *Témoins* et, cette tendance s'inverse lorsqu'ils sont plus âgés. L'analyse du score global appuie le fait que les difficultés des sujets sont potentialisées par l'âge des conducteurs. Ainsi, il n'apparaît pas de différences entre les groupes de sinistralité lorsque les sujets sont des *Seniors* jeunes, alors que lorsqu'ils prennent de l'âge, ce test réussit à départager les groupes de sinistralité.

Les causes de l'augmentation de la sinistralité sont probablement différentes selon l'âge auquel elles se rapportent. Les *Sinistrés* jeunes se révèlent plus performants dans certaines tâches que les sujets *Témoins*. Ce ne sont donc pas nécessairement et/ou uniquement des déficits cognitifs qui sont à l'origine de la sinistralité. Il est même possible que ces sujets présentent des capacités cognitives meilleures que des sujets appariés en âge et qu'ils n'ont, de ce fait, pas mis en place les stratégies adaptatives en rapport avec leurs aptitudes physiques.

Les femmes présentent toujours un score moins bon que celui des hommes. On leur attribue habituellement des capacités de repérage spatial moins bonnes que celles des hommes.

Dans l'analyse de la *tâche visuo-motrice*, nous objectivons des effets du sexe et de l'âge sur le groupe de sinistralité. L'augmentation du temps d'exécution de la partie B comparativement à la partie A, montre que la difficulté à inhiber des processus automatiques est plus marquée chez les hommes les plus âgés et les femmes les plus jeunes, quel que soit leur groupe de sinistralité. On observe également une augmentation de ce temps chez les sujets *Sinistrés*, soit les hommes les plus jeunes et les femmes les plus âgées. Par déduction, les femmes *Témoins* âgées et les hommes *Témoins* jeunes sont moins sensibles à cette difficulté à inhiber des processus automatiques. Cette augmentation du temps d'exécution n'est pas associée à une augmentation du nombre des erreurs, on ne peut donc pas parler de déficit franc de cette fonction.

Le *test de Stroop* montre que les sujets *Sinistrés* des deux sexes, présentent une altération de la capacité d'attention sélective, de la concentration et plus précisément de la résistance aux interférences et des troubles de l'inhibition. En effet, les hommes *Sinistrés* lisent moins d'items dans la liste C que les hommes *Témoins*, pourtant, les deux groupes lisent le même nombre d'item dans la liste A, le rapport des deux listes est donc moins bon chez les sujets *Sinistrés*. Chez les femmes, les sujets *Sinistrés* lisent plus d'item que les *Témoins* dans la liste A, elles devraient donc lire également plus d'item dans la liste C, ce qui n'est pas le cas. Les femmes *Sinistrés* lisent également plus d'item que les hommes *Sinistrés*, leur vitesse de traitement de l'information semble donc plus rapide en l'absence de l'exigence d'autres fonctions cognitives. Ce résultat se profile également dans les résultats de la *WAIS*. Les femmes *Sinistrés* sont peut être trop rapides dans leurs actions, ce qui pourrait conduire à des sinistres lorsque ces actions, pour atteindre un but pertinent doivent être soutenues par des fonctions cognitives telles que la capacité d'inhiber un comportement, par exemple.

Au test de la *WAIS*, les sujets les plus âgés présentent un quotient intellectuel plus important que les plus jeunes. Ce résultat donne à penser que les conducteurs qui conduisent à un âge avancé sont ceux qui bénéficient, parmi la population générale, des meilleures capacités cognitives. Ce qui ne signifie évidemment pas que ces personnes présentent une

intelligence plus développée que les autres, mais tout simplement que leur vieillissement cognitif est de meilleure qualité. La littérature décrit comme la stratégie adaptative ultime l'arrêt progressif, mais spontané, des sujets âgés lorsqu'ils ne se sentent plus en mesure de conduire. Rimmö montre qu'indépendamment de l'âge, les sujets qui présentent un état de santé dégradé réduisent leur activité de conduite ; la réduction de leur activité de conduite étant par ailleurs corrélée à des difficultés de la vie quotidienne comme traverser une route, utiliser des transports publics (Rimmö et Hakamies-Blomqvist, 2002). Le profil de réduction de l'activité de conduite dépend aussi du type de déficience, ainsi, les sujets présentant une déficience visuelle simple éviteront les situations rendues difficiles par cette déficience, alors que les sujets présentant une déficience visuo-attentionnelle réduiront l'ensemble de leur champ d'activité dans ce domaine (Ball, Owsley, et al., 1998).

La sinistralité est également relié au quotient intellectuel. Ce résultat suggère deux explications, d'une part, comme nous le mentionnons ci-dessus, un quotient intellectuel plus bas serait ici le reflet d'une altération des fonctions cognitives due à l'âge. Un argument allant dans ce sens est la constatation que cet effet différencie essentiellement les sujets les plus âgés. D'autre part, il est possible que les personnes présentant un quotient intellectuel plus important utilisent des stratégies plus efficaces que les autres sujets.

L'intelligence est abordée par ce test non seulement comme une entité globale, mais également comme formée d'un ensemble d'aptitudes spécifiques qui peuvent différer qualitativement. Les sociétaires MAIF ont, dans leur grande majorité, exercé un métier intellectuel et l'on retrouve évidemment un quotient intellectuel verbal meilleur dans une population présentant ce profil que celui de la performance. L'interaction des facteurs *sexe, indice et sinistralité* est intéressante puisqu'elle pointe des difficultés différentes chez les hommes et les femmes *Sinistrés*. Les premiers présentent une difficulté dans l'organisation perceptive, la mémoire de travail et la vitesse de traitement de l'information alors que les femmes *Sinistrés* sont également moins performantes dans la compréhension verbale, mais ne se différencient pas au niveau de la vitesse du traitement de l'information. L'altération des performances verbales est tout à fait en faveur d'une déficience cognitive diffuse et globale caractérisant ce groupe de personnes et qui pourrait expliquer l'augmentation de leur sinistralité.

4.3. La conduite automobile au quotidien

4.3.1. Généralités

Le questionnaire de conduite nous permet de connaître les caractéristiques de cette population. Les domaines auxquels nous nous sommes intéressés concernent et peuvent influencer l'activité de conduite automobile. Ainsi, nous observons que les sujets *Sinistrés* sont le plus souvent des personnes vivant seules. Elles ne bénéficient donc pas de la possibilité de se faire véhiculer par un conjoint si leur état de santé s'altère. Les sujets *Sinistrés*, les plus jeunes, sont plus souvent que leurs homologues *Témoins*, seuls à conduire dans leur famille, alors que chez les sujets *Témoins*, se sont les plus âgés qui sont seuls à conduire. Nous remarquons que dans la majorité des couples, les conjoints ont la possibilité de conduire. Seuls dans le groupe des *Témoins*, les hommes les plus âgés n'ont pas cette possibilité, ce qui s'explique du fait que les femmes les plus âgées, s'arrêtent plus souvent de conduire que les hommes.

La majorité des sujets sont citadins, mais nous observons que les *Témoins* les plus jeunes résident plus souvent à la campagne que leurs homologues *Sinistrés*. Les *Sinistrés* les plus jeunes et particulièrement les femmes, utilisent plus souvent une voiture à boîte automatique que leurs homologues *Témoins*. On peut se demander s'il existe là une relation avec la perception de difficultés en conduite automobile puisque l'on sait que la boîte de vitesse automatique est encore peu utilisée en France.

L'âge du départ à la retraite permet de différencier les groupes de sinistralité. Ainsi, ce facteur ne semble pas avoir de répercussion chez les hommes. Par contre, les femmes *Sinistrés* les plus âgés prennent leur retraite plus tôt que les moins âgés alors que chez les femmes *Témoins*, les sujets les plus jeunes prennent leur retraite plus tardivement que les plus âgées.

L'expérience de conduite ne permet pas de différencier les groupes de sinistralité. On observe effectivement que les sujets les plus âgés ont obtenu leur permis de conduire plus tardivement que les sujets plus jeunes, mais contrairement à ce qui est habituellement décrit, les hommes ne se distinguent pas des femmes sur cette mesure. Ceci est probablement dû au fait qu'il s'agit là d'une population de niveau socio-économique plus élevé que la moyenne, dans laquelle, le statut des femmes équivaut plus à celui des hommes que dans la population générale. Cependant, on observe que les femmes totalisent tout de même moins d'années de conduite que les hommes.

4.3.2. *L'utilité de la voiture au quotidien*

L'utilisation de la voiture est identique pour l'ensemble de la population. On peut remarquer que les *Témoins* sont plus nombreux à véhiculer des personnes âgées non motorisées et que cette activité leur serait évidemment difficile sans la possibilité de conduire. Les *Sinistrés*, quant à eux, soulignent la difficulté qu'ils auraient à poursuivre des activités associatives, s'ils n'étaient plus motorisés.

La représentation de la voiture est, en quelque sorte, banalisées par les sujets *Sinistrés* "un moyen de transport", alors que les sujets *Témoins* soulignent la nécessité pour eux de pouvoir conduire. Comme l'on pouvait s'y attendre, tous les qualificatifs proposés sont largement relevés par l'ensemble des sujets. Cependant, le qualificatif auquel les sujets accordent le plus d'importance est l'indépendance, et curieusement, le moins important semble être le plaisir, mais il y a peut être là une certaine pudeur à l'expression de cette représentation qui n'est actuellement pas très valorisée socialement. Le poids des qualificatifs change également selon les groupes. Ainsi, les *Témoins* privilégient toujours la nécessité et l'utilité de la voiture, alors que les *Sinistrés* insistent sur le fait qu'il ne s'agit pour eux que d'un moyen de transport. Ils soulignent pourtant la liberté que procure ce moyen de déplacement.

Deux tiers des personnes pensent que les rapports avec leur entourage seraient changés, s'ils ne pouvaient plus conduire. Les groupes de sinistralité ne se distinguent pas sur ce point. On peut cependant remarquer que le fait de conduire a un impact non négligeable sur les relations que les personnes entretiennent avec leur entourage y compris l'entourage très proche, comme les enfants. Ce qui pointe l'importance d'avoir un statut de conducteur, pour conserver l'intégration familiale et sociale

La question des transports en commun scinde réellement la population en deux groupes, l'un utilisant le plus souvent possible ces moyens et l'autre ne les utilisant jamais. Pourtant 2/3 des personnes estiment que ces moyens sont bien adaptés. Dans les critères de choix justifiant la non-utilisation des transports en commun, arrivent en tête les horaires inadaptés. Effectivement, nous avons vu que les sujets apprécient la voiture pour l'indépendance et la liberté qu'elle procure. Les choix qui ont finalement le moins de poids, concernent les agressions, l'inaccessibilité pour des raisons de difficultés physiques et

l'inconfort. Ce résultat est aussi peu habituel, les personnes âgées estiment souvent que les transports en commun ne sont pas adaptés pour les déplacements ; elles ne s'y sentent pas à l'aise et incriminent des coups de freins brutaux, des agressions... (Brouwer et Ponds, 1994). En tout cas, ces critères sont estimés comme moins importants que des critères personnels comme la préférence pour la conduite et le manque d'habitude dans l'utilisation des transports en commun. Le fait que les sujets soient ou non sinistrés, n'intervient pas dans ce choix.

On peut relever que ces personnes utilisent encore, pour 2/3 d'entre-elles, leur voiture pour les longs trajets. Si les sujets *Sinistrés* sont plus nombreux que les *Témoins* à avoir constaté une évolution dans l'utilisation de leurs modes de transport, les propositions faites ne distinguent pas les deux groupes : les sujets, dans leur grande majorité, déclarent utiliser moins la voiture et plus les transports en commun.

4.3.3. *Les difficultés relevées lors de la conduite*

On relève une dissociation intéressante entre les *Sinistrés* et les *Témoins*, au niveau de la perception des difficultés qui seraient liées à la conduite. En effet, les sujets *Sinistrés* relèvent plus souvent que les *Témoins* un problème de fatigue, alors que les sujets *Témoins* se disent plus gênés par des difficultés perceptives, particulièrement la vision. En observant l'ensemble des propositions faites, on pourrait distinguer les préoccupations autocentrées, décrites plutôt par les sujets *Sinistrés* (audition, fatigue, problèmes musculaires et articulaires) des fonctions en relation avec l'extérieur et qui sont plus souvent mentionnées par les sujets *Témoins* (vision, réflexes, perception, concentration).

Les situations de conduite habituellement évitées par les conducteurs âgés se retrouvent également dans cette population. Ainsi, ils sont entre 20 et 30% à éviter la conduite de nuit, aux heures de pointe, par mauvais temps. Ces éléments ne distinguent pas les groupes de sinistralité. Les sujets *Sinistrés* apparaissent comme plus sensibles que les *Témoins* aux éléments perturbateurs de la conduite. Pour les deux groupes, l'élément le plus perturbateur serait le fait d'être préoccupé. Par ordre d'importance, les éléments jugés les plus perturbateurs sont ensuite : d'autres personnes dans la voiture (enfants, autres adultes) puis pour les *Témoins* des éléments plus techniques comme le téléphone, la radio, la musique. Les sujets *Sinistrés* mentionnent le téléphone en seconde position. Ce choix est curieux, puisqu'il s'agit d'un élément dont ils peuvent, non seulement facilement s'abstraire, mais qui de plus, est interdit au volant.

Les sujets *Sinistrés* transportent moins que les *Témoins* certains groupes de personnes dans leur voiture : parents, enfants, personnes âgées non motorisées. Par contre, à la même fréquence que les *Témoins*, ils transportent, pour 2/3 d'entre eux, leurs petits enfants. Ils ne sont donc probablement pas jugés, en tout cas par leurs enfants, comme présentant un danger majeur en tant que conducteurs. Alors que les enfants sont souvent extrêmement sensibles au fait que leurs parents conduisent lorsque ceux-ci commencent à présenter un âge avancé, même en dehors de toute augmentation de la sinistralité.

Les groupes de sinistralité ne se distinguent pas sur la question des autres usagers de la route qu'ils redoutent. Nous relevons cependant que les sujets *Sinistrés* sont tout de même plus nombreux à redouter les cyclistes et les camions. En ce qui concerne les autres conducteurs, le taux est de 60% pour les deux groupes, ce qui indique tout de même que cette population, dans son ensemble, ne se sent pas particulièrement à l'aise dans le système de circulation.

4.3.4. *Les comportements en conduite*

Les résultats à la question du respect de la vitesse, selon le type de route, fait bien émerger l'une des caractéristiques de conduite des sujets âgés. En effet, s'ils respectent quasiment toujours la vitesse en ville, ce qui n'est pas étonnant puisqu'ils sont particulièrement vulnérables dans un environnement truffé de sollicitations où ils doivent prendre des décisions très rapides et interagir constamment avec d'autres usagers de la route. La vitesse sur autoroute est aussi, en général, bien respectée, puisque les sujets âgés ne roulent pas particulièrement vite, donc la vitesse autorisée sur autoroute est suffisante pour eux. Par contre, en campagne (sur routes nationales), ils sont (un peu) moins respectueux de la vitesse parce qu'ils assument bien l'environnement (moins de sollicitations qu'en ville) et peuvent donc se permettre de rouler plus vite que ne l'autorise le code de la route. Les personnes âgées ne modulent, de façon générale, pas suffisamment leur vitesse. Ainsi, ils auront, par exemple, tendance à adopter une vitesse de croisière identique sur autoroute et sur route nationale, d'où les résultats que nous obtenons.

Les stratégies adaptatives se distribuent différemment selon les groupes de sinistralité. Les *Témoins* pensent avoir diminué la fréquence de leurs déplacements, alors que les *Sinistrés* estiment plutôt avoir réduit les distances qu'ils parcourent. Selon leurs affirmations, les *Sinistrés* auraient plus réduit leur vitesse et augmenté leur distance inter-véhicule que les *Témoins*.

4.3.5. *L'accidentologie*

La perception des raisons d'un accident ne différencie pas les groupes de sinistralité. Les sujets sont d'ailleurs, dans l'ensemble, peu loquaces sur cette question. Les raisons les plus souvent mentionnées sont l'inexpérience et la prise de risque, mais elles sont toujours associées à l'époque de la jeunesse. Un plus grand nombre de *Témoins* déclare avoir changé d'attitude après un accident. Par contre, le nombre de réponses données, en moyenne par les sujets, ne différencie pas les *Témoins* des *Sinistrés*. Ce qui tendrait à montrer que les sujets *Sinistrés*, dont les comportements ont changé, présentent autant de stratégies de modifications que les sujets *Témoins*. Les conducteurs disent faire preuve de plus de prudence, d'éviter la situation qui a conduit à l'accident et d'être plus attentifs. Dans un second groupe de comportements, on retrouve les stratégies adaptatives habituellement décrites, à savoir, la baisse de vitesse, l'augmentation des distances inter-véhicules et la baisse de la fréquence de conduite.

4.3.6. *L'estimation de soi et des autres*

Notre population expérimentale s'estime plutôt calme dans son comportement sur la route. Chez les hommes, ce comportement est dépendant de l'âge, ils sont plus calmes à mesure qu'ils sont plus âgés. Les autres conducteurs sont ressentis comme plutôt agressifs par l'ensemble des groupes, mais, les sujets *Sinistrés* s'estiment moins courtois que les *Témoins* envers les autres usagers de la route.

L'estimation des compétences et des capacités de conduite, ne différencie pas les groupes de sinistralité. La population se qualifie dans l'ensemble comme des conducteurs de compétence et de capacité moyenne. La compétence des autres conducteurs est jugée comme un peu moins bonne que la compétence personnelle, notamment par les sujets les plus jeunes et particulièrement les femmes jeunes *Sinistrés*. Elles se distinguent nettement des femmes

jeunes *Témoins*. Ces dernières s'affectent d'une note quasi équivalente à celle qu'elles attribuent aux autres conducteurs.

4.3.7. *La perception du risque*

Les questions sur la perception du risque ne différencient pas les sujets. Ils s'estiment, dans l'ensemble, plutôt trop lents que trop rapides, plutôt trop prudents que pas assez, et, comme on pouvait s'y attendre, ils estiment que le risque viendrait plutôt des autres conducteurs que d'eux-mêmes. Ils ne se sentent ni vulnérables ni invincibles. Pour l'ensemble de ces qualificatifs, les appréciations tournent autour de la note moyenne.

4.4. Les mesures subjectives en relation avec la conduite

4.4.1. *Les états affectifs d'anxiété et de dépression*

Pour l'évaluation des états affectifs d'anxiété, définie classiquement comme une peur sans objet et de dépression, référant à l'expression d'une tristesse, nous utilisons une échelle clinique (Zigmond et Snaith, 1983). Cette évaluation a deux objectifs. D'une part, détecter dans le cadre de l'examen de présélection une entité morbide ou un syndrome clinique ; la prévalence de la dépression est quatre fois plus importante chez les personnes âgées que dans la population totale (Léger, Tessier, et al., 1989), elle est souvent associée aux pathologies neurologiques évolutives dont elle peut être la première manifestation (Azorin, 1995). D'autre part, ces termes utilisés dans leur définition comme l'expression d'un état affectif ponctuel, propre à la vie mentale de n'importe quelle personne, permettent d'exprimer l'impact de troubles seulement réactionnels à une situation stressante et/ou fatigante (Widlöcher, 1985). Dans cette optique, il est possible que les scores ne varient que dans la limite de la normale ; les troubles ne sont alors pas accompagnés d'une inhibition des capacités adaptatives puisque non associés à une pathologie (Hardy et Le Goc, 1985).

L'anxiété s'exprime aussi dans l'attente d'un événement désagréable ou menaçant, alors que la dépression repose sur l'événement passé mais dont le ressenti déplaisant est projeté dans l'avenir (Hardy et Le Goc, 1985). Nous pouvons donc nous attendre à une augmentation du niveau d'anxiété avant les séances expérimentales et bien sûr plus particulièrement chez les sujets les plus âgés, plus sensibles à une situation inconnue (Léger, Tessier, et al., 1989). Nos résultats ne montrent pas de variabilité du niveau d'anxiété avant *versus* après la séance expérimentale. La mesure faite "hors laboratoire" a comme finalité de mesurer le niveau de base de l'individu en le soumettant au questionnaire d'anxiété/dépression dans son environnement familial, avant les séances expérimentales. Les résultats, identiques à ceux que nous avons déjà relevés dans de précédents travaux, montrent que l'anxiété est plus importante dans cette situation. En effet, le fait de compléter ce questionnaire, dans la période d'attente de l'expérience, réactive probablement chez eux, le souvenir de l'épreuve à venir et élève ainsi le score d'anxiété. Le niveau de dépression reste stable pour l'ensemble des mesures.

Les groupes de sinistralité ne se distinguent pas sur ces mesures. Le fait de se retrouver dans ne situation d'évaluation des capacités de conduite aurait pu engendrer de l'anxiété chez les *Sinistrés*. De nombreuses études établissent une corrélation entre une augmentation de l'accidentologie et des atteintes cognitives, dans ce cas, nous aurions aussi pu observer une augmentation du niveau de dépression.

Nous observons que les femmes présentent un score d'anxiété plus important que les hommes, ce qui corrobore les données générales de la littérature. Les scores des sujets restent cependant dans la limite de la normale.

4.4.2. *L'évaluation de la charge mentale*

Par rapport à l'expérience que nous avons dans l'utilisation de cette mesure, nous pouvons remarquer que la charge mentale ne différencie pas les groupes d'âge comme l'on pouvait s'y attendre en observant que les comportements de conduite des sujets les plus âgés se différencient du comportement des plus jeunes. La tâche n'a pas exigé un effort jugé comme particulièrement intense, l'analyse isolée des différentes notes d'exigence ne relève pas la notion d'effort physique traduisant certainement la fatigue entraînée par la simulation chez les sujets âgés.

4.4.3. *Les évaluations subjectives concernant la conduite*

Les résultats de l'évaluation de la charge mentale se confirment dans l'évaluation de la fatigue et de la somnolence. Même si les sujets s'estiment généralement plus fatigués et plus somnolents après la conduite, comparativement à leur état avant, les notes traduisent que ces états sont cependant peu intenses. On peut remarquer l'attitude des femmes *Sinistrés*, seul groupe dont l'état de fatigue ne varie pas avant *versus* après la conduite. Ce ressenti serait plutôt en faveur du déni de leur état, peut être justement parce que ces femmes ressentent intuitivement leurs difficultés lorsqu'elles conduisent.

La séance de conduite modifie l'expression des états affectifs d'émotion et de motivation. Ainsi, les sujets sont heureux que l'expérience soit passée. Après la séance de conduite, ils se sentent plus abattus et moins concentrés qu'avant.

Ces états affectifs différencient également les groupes. Les hommes s'estiment plus concentrés que les femmes. Les sujets *Sinistrés* sont globalement moins heureux que les sujets *Témoins*, ce ressenti est particulièrement net chez les femmes. On ne peut cependant pas le rapporter au sentiment qu'elles auraient d'une mauvaise prestation puisque ce qualificatif ne s'est pas révélé dans l'évaluation de la charge mentale pour ce groupe (évaluation de la performance personnelle et de la frustration dans le questionnaire NASA TLX).

Et enfin, chez les sujets les plus jeunes, la monotonie de la tâche est plus fortement ressentie chez les *Témoins*, alors que chez les *Sinistrés*, elle est plus fortement ressentie chez les sujets les plus âgés.

4.5. Les comportements en conduite automobile simulée

4.5.1. *L'interaction des indices de vitesse et de position latérale*

Le traitement préliminaire des données de conduite ne montre pas de différence dans la vitesse moyenne adoptée par les différents groupes. La lassitude de la tâche explique probablement l'augmentation de la vitesse, que l'on observe au fil du temps de conduite. Cette augmentation reflète aussi l'adaptation des sujets à la tâche, d'autant qu'elle ne s'accompagne pas d'une augmentation de la fréquence des ajustements de la vitesse, indice qui suit l'évolution de la vitesse (Moessinger, 2003).

A vitesse équivalente, les sujets *Témoins*, les plus âgés, présentent une fréquence d'ajustement de la vitesse plus importante, mais de plus faible amplitude que les plus jeunes,

nous sommes là en présence d'une conduite anticipative. Chez les sujets *Sinistrés*, cette différence selon l'âge, n'est pas relevée. Ces sujets, indépendamment de leur classe d'âge, présentent des ajustements de fréquence équivalente à celles des *Témoins* les plus âgés : cette fréquence est associée chez les plus jeunes, de faibles amplitudes et chez les plus âgés, de plus fortes amplitudes. Les sujets sinistrés présentent donc également des comportements évoquant une conduite d'anticipation. L'augmentation des amplitudes de la vitesse chez les plus âgés, est probablement, dans ce cas, le reflet de la baisse de la qualité proprioceptive notamment des membres inférieurs et la baisse du seuil de détection du mouvement des récepteurs sensitifs lors du vieillissement (Stelmach et Nahom, 1992).

Nous observons que de l'ensemble des groupes, ce sont les sujets *Témoins* les plus jeunes qui ajustent le moins fréquemment leur vitesse, mais avec de grandes amplitudes, ce qui évoque une moindre réactivité du conducteur qui ne réagirait qu'en situation extrême. La vitesse moyenne adoptée par l'ensemble de cette population est un peu plus élevée que celle que nous mesurons habituellement pour cette tranche d'âge.

L'amplitude d'ajustement de la vitesse des femmes est plus importante que celle des hommes, mais elles ne se différencient pas dans la fréquence des ajustements. Il s'agit là d'une constante dans les mesures que nous avons déjà effectuées. Nous discutons de ce comportement dans le paragraphe consacré à "*la mise en évidence des stratégies adaptatives*".

Les ajustements de la vitesse sont plus fréquents au troisième tour de circuit. Il s'agit peut être de l'installation d'un état de fatigue (Moessinger, 2003), mais cela peut tout simplement provenir des situations particulières de conduite qui apparaissent dans ce tour de circuit et obligent les sujets à adapter plus souvent leur vitesse que lors des deux premiers tours. Le fait que, dans cette étude, la position latérale évolue de la BAU vers la ligne médiane au fil du temps de conduite, alors qu'habituellement et en conduite réelle, c'est l'inverse, (Hakamies-Blomqvist, Östlund, et al., 2000) peut s'expliquer également par ce dernier argument, d'autant que la fréquence des ajustements latéraux est plus importante lors de ce tour de circuit, alors qu'habituellement elle reste stable au fil du temps de conduite.

Les comportements des *Sinistrés* et des *Témoins* se distinguent également dans l'évolution de leur position latérale. Les femmes Sinistrées, les plus âgées positionnent leur voiture plus vers la ligne médiane séparant les voies de circulation et les ajustements de leur position latérale sont plus amples. L'interaction des ces deux indices révèle que ces femmes ne contrôlent pas correctement la trajectoire de leur véhicule. Une position moyenne centrée sur la route et non sur la voie de circulation indique que le conducteur se ménage de larges espaces de manœuvre ; cette explication est encore renforcée par le fait que cette position est associée à de grandes amplitudes d'ajustement latéral.

4.5.2. *La différenciation des types de route*

Des analyses plus fines montrent que si la vitesse augmente au fil du temps de conduite, le profil d'augmentation n'est pas le même dans les différents types de routes. Ce profil reflète plutôt celui d'une adaptation à la tâche que d'une dégradation de la qualité de la conduite puisqu'il semble y avoir selon le type de route une certaine limite. Ainsi, la différence de vitesse dans les droites ne se produit qu'après le premier tour de circuit, alors qu'elle est régulière à chaque tour pour les courbes serrées, dans lesquelles elle reste cependant toujours inférieure à celle des autres types de route.

La différence de vitesse entre les types de route est plus marquée chez les femmes. Elles roulent plus vite que les hommes dans les lignes droites et moins vite dans les courbes serrées.

La vitesse selon le type de route est particulièrement marquée chez les sujets les plus âgés chez lesquels la difficulté physique à maintenir un cap augmente à mesure qu'ils sont plus âgés, et à mesure que le rayon de courbure de la route est plus petit. La parade à cette difficulté reste donc la réduction de la vitesse dans les courbes serrées. On note, en parallèle, des amplitudes d'ajustement de la vitesse, moins importantes chez les sujets les plus âgés comparativement à celles des plus jeunes ; leur style de conduite paraît mieux adapté à leurs capacités. On observe par ailleurs que la vitesse des sujets les plus âgés, est globalement toujours inférieure à celle des plus jeunes, quel que soit le type de route.

On peut observer que la fréquence des ajustements de la vitesse est plus importante dans les courbes larges comparativement aux autres types de route. Ceci montre que la vitesse que les sujets adoptent dans ce type de configuration n'est pas parfaitement adaptée à leurs possibilités de maîtrise du véhicule. Ce phénomène, qui apparaît au troisième tour de circuit, s'explique par les réactions plus vives des sujets aux événements particuliers qui s'y déroulent. Il n'empêche que cette situation particulière n'a pas entraîné de réduction de la vitesse. Il est probable que cette situation résulte de la prise d'assurance des sujets et de l'habitude à la tâche, modulés par la fatigue et l'effet de surprise devant des situations nouvelles, après une longue période de conduite, durant laquelle les situations rencontrées étaient plus classiques.

On retrouve la dissociation hommes *Sinistrés*/femmes *Témoins* d'une part, et hommes *Témoins*/femmes *Sinistrés*, d'autre part. Le premier groupe présente une fréquence d'ajustement de la vitesse plus importante dans les courbes larges que le second groupe, et ils ajustent également plus fréquemment leur position latérale lors du troisième tour de circuit. Ce groupe semble présenter des comportements plus adaptés ; en effet, nous avons vu que la vitesse dans les droites ne diffère globalement pas significativement de celle dans les courbes larges, il est donc tout à fait évident que le maintien du cap, à vitesse égale, nécessite un ajustement plus fréquent de la vitesse en courbe.

Les hommes et les femmes les plus jeunes déportent leur position latérale vers la gauche dans les courbes comparativement aux lignes droites ; la différence en terme de position latérale, n'est cependant pas aussi marquée que chez les femmes les plus âgées. En considération des attitudes de conduite dont nous avons déjà discuté, et relatifs à ces groupes, il est probable que les comportements à la source de cette observation diffèrent également entre ces deux groupes. Ainsi, chez les hommes et les femmes les plus jeunes, il s'agit probablement du déport classique qui résulte du fait que la force centrifuge qui s'exerce dans les courbes n'est pas parfaitement annulée par une réduction de la vitesse appropriée et/ou une plus grande attention à réajuster la trajectoire. Chez les femmes les plus âgées, le fait qu'elles se positionnent réellement plus à droite de la voie de circulation que leurs homologues plus jeunes, mais que leur position évolue significativement plus vers le milieu de la voie de circulation que celles de tous les autres groupes, montre qu'elles n'ont pas la maîtrise de la position latérale qu'elles adoptent en courbes.

4.5.3. *L'analyse de comportements ponctuels dans l'interaction avec l'environnement routier et les autres usagers*

4.5.3.1. **Mise en évidence des stratégies adaptatives**

Une très grande partie de la littérature consacrée à la conduite automobile chez le sujet âgé traite des stratégies adaptatives. Ces comportements sont valorisés dans la mesure où on leur attribue la capacité de réduire le risque que les conducteurs âgés pourraient représenter pour leur sécurité et celle des autres. Les événements qui se déroulent dans les zones dites "critiques" sont élaborés dans le but de mettre en évidence ces comportements adaptatifs et/ou non adaptatifs et de leur donner un sens. Nous avons montré dans de précédents travaux que la simulation permet de révéler ces stratégies lorsqu'elles existent et nous avons aussi montré que certains comportements de conduite présentés par les sujets âgés n'ont pas un caractère adaptatif (Moessinger, 2003). Pour le présent travail, nous observons si nous retrouvons ces mêmes résultats que nous utilisons comme ligne de base des compétences des sujets âgés et nous voyons si les groupes de sinistralité se différencient sur ces comportements.

Les analyses effectuées dans la **zone de suite de courbes serrées** ne différencient pas les comportements des *Sinistrés* de ceux des *Témoins*. Par contre, cette zone apporte des indications quant aux comportements des sujets selon leur âge et leur sexe.

A la vue du panneau de limitation de la vitesse à 110 km/h, la réduction de la vitesse est plus importante à partir du second tour de circuit. Il s'agit là d'un comportement adaptatif qui découle de la constatation des sujets que leur vitesse, au premier tour de circuit, n'était pas adaptée pour négocier correctement le passage de la suite de courbe. Cela semble notamment le cas pour les femmes ; les amplitudes d'ajustement de la vitesse sont moins importantes à mesure que la réduction de la vitesse à l'entrée dans la zone de courbes est plus réduite. Dans la zone d'inversion des courbes, les femmes présentent également un déport latéral moins important, lorsque celui-ci est en relation avec une réduction plus marquée de la vitesse. Chez les hommes, l'amplitude du déport latéral reste stable tout au long de la conduite, il est plus important que celui des femmes et dénote probablement d'un style de conduite plus sportif ; les hommes, de ce fait, sont moins précis dans le suivi de la trajectoire de la route que les femmes. Il est probable que les femmes présentent une amplitude de freinage plus importante que celle des hommes, juste avant l'inversion des courbes, en réponse au stimulus environnemental que représente l'inversion de courbe. De façon générale, les femmes présentent des amplitudes d'ajustements de la vitesse plus importantes que celles des hommes. Leurs manifestations comportementales évoquent une conduite plus auto-centrée que celle des hommes. Ce type de conduite n'est pas propice aux anticipations, ce qui explique les fortes amplitudes d'ajustement de la vitesse. Dans cette zone, les comportements des *Sinistrés* ne se distinguent pas de ceux des *Témoins*.

Réduire la vitesse à la hauteur du **panneau "vitesse limitée à 90 km/h pour les poids lourds"** n'est pas un comportement pertinent en réponse à l'information donnée par le panneau qui n'a donc pas été traitée dans sa totalité et/ou le traitement n'a pas pu donner lieu à une réponse comportementale adaptée. Le panneau aurait donc principalement un statut de leurre. L'aspect global de celui-ci, panneau rond, cerclé de rouge, sur lequel est inscrit un chiffre, fait appel à une connaissance stockée en mémoire, qui associée au contexte induit une représentation de la situation, dont la réponse attendue, la plus probable, aurait effectivement pu être une réduction de la vitesse. Ce stimulus permet de mettre en évidence, la difficulté d'inhibition (réponse systématique au panneau) et de flexibilité des sujets âgés (Moessinger, 2003), en observant que ces conducteurs, une fois engagés dans un comportement nécessitent un temps plus long que des sujets plus jeunes pour inverser ce comportement (dans ce cas là,

reprandre une vitesse normale). Les populations de la présente étude, réagissent effectivement au panneau par une réduction de la vitesse, qui, si elle est moins importante au fil du temps de conduite, n'en reste pas moins présente à chaque franchissement du panneau et sur une distance d'au moins 600m. Les femmes présentent un comportement d'apprentissage, puisque leur vitesse est plus réduite que celle des hommes au premier tour, mais ensuite, il n'existe plus de différence entre les groupes. Ce comportement d'apprentissage peut aussi être le révélateur d'un moindre intérêt pour la tâche à mesure que passe le temps de conduite (Moessinger, 2003). Contrairement à toute attente, les sujets *Témoins* présentent une réduction de la vitesse plus importante que celle des sujets *Sinistrés*. Mais, comme on observe aussi que les sujets les plus âgés présentent le même profil comportemental que les sujets *Sinistrés*, on peut penser que ces groupes présentent une moindre réactivité à un stimulus auquel ils ont pourtant jugé pertinent de répondre. Cette constatation renforce l'hypothèse que la réponse au panneau relève plus du réflexe que de l'analyse correcte de sa signification et que certains conducteurs se fient plus à leur propre analyse d'une condition de conduite et sont moins sensibles aux règles explicites de conduite (respect des panneaux de signalisation, par exemple).

Nous avons montré dans de précédentes analyses que la stratégie d'augmentation de la distance inter-véhicule dans une situation de **suivie de véhicules** pouvait être mise en évidence en simulation de conduite (Moessinger, 2003). Nous avons donc employé ici le même scénario pour observer si les sujets *Sinistrés* mettaient bien en place cette stratégie cruciale chez le sujet âgé qui nécessite plus de temps pour réagir à un freinage intempestif d'une voiture le précédant. Nous observons que la distance inter-véhicule ne se révèle pas du tout sensible à l'appartenance au groupe de sinistralité, alors que dans les évaluations subjectives des comportements en conduite quotidienne, les sujets sinistrés estimaient plus souvent que les témoins avoir augmenté leur distance inter-véhicule et que ces derniers l'estimait identique. Dans de précédentes études (Moessinger, 2003), nous avons pu observer que la distance inter-véhicule est sensible à l'âge et que dans la situation que nous proposons, elle est d'environ 120m pour des sujets âgés. Dans cette étude, les sujets présentent une distance inter-véhicule moins grande que celle que nous mesurons habituellement. Les femmes *Sinistrées* les plus âgées se distinguent de tous les autres groupes de sujets *Sinistrés* et *Témoins* par l'évolution de la distance inter-véhicule entre le premier et le second tour de circuit. Il est probable que la distance inter-véhicules lors du premier tour reflète celle que les conducteurs appliquent en conduite réelle. Lors du second tour, l'ensemble des groupes augmente la distance inter-véhicule du fait que ce stimulus connu ne présente plus l'intérêt de la nouveauté. Les femmes *Sinistrées* les plus âgées diminuent la distance inter-véhicule par rapport à celle appliquée lors du premier tour et comparativement à celle appliquée par les autres conducteurs. Il s'agit probablement là encore d'une manifestation du déclin de l'intérêt pour la tâche. Ce comportement, très spécifique à ce groupe, dénote, dans son extrapolation à la conduite quotidienne, d'une tendance à la désinhibition, manifestation particulièrement néfaste pour une conduite sécurisée.

4.5.3.2. Discussion des comportements lors des dépôts latéraux

L'amplitude des dépôts latéraux est toujours moins important chez les sujets les plus âgés comparativement à celle des sujets les plus jeunes, quel que soit le dépassement effectué (voiture, poids lourds...). Ce résultat a déjà été trouvé dans des expériences précédentes où nous comparions des sujets jeunes, d'âge moyen et âgés ; plus les sujets sont âgés moins l'amplitude du dépôt latérale est grande. Nous observons que l'amplitude du

déport latéral différencie également dans une population de sujets âgés, les sujets les plus âgés, des plus jeunes.

Nous avons vu que les stratégies adaptatives sont habituellement décrites comme compensatrices des déficits physiologiques et cognitifs des conducteurs âgés. Si nous admettons que les conducteurs âgés adoptent généralement des comportements visant à améliorer leur sécurité et, par la même, la sécurité des autres usagers, nous devrions observer dans la situation de dépassement qu'ils assurent une plus grande distance latérale entre leur véhicule et le véhicule qu'ils dépassent. En effet, si, par exemple, le véhicule qu'ils dépassent fait un écart latéral, ils seraient plus lents à y réagir que des sujets plus jeunes. Le comportement que nous observons dans toutes les situations de déport latéral, pourrait s'expliquer par la réduction du champ visuel lors du vieillissement. Cette réduction est linéaire avec le vieillissement et l'effet est d'autant plus marqué que le signal périphérique est excentré (effet tunnel) - (Ball, Roenker, et al., 1990 ; Muzet, 1998). Dans l'exploitation des données du champ visuel utile, mesuré sur les populations de nos précédentes études, Rogé (Rogé, Pebayle, et al., 2002) retrouve une relation linéaire entre l'âge et la réduction du champ visuel utile aussi bien dans la tâche de détection que dans la tâche de localisation des événements périphériques. Elle observe que le temps nécessaire au conducteur pour dévier sa trajectoire afin d'éviter la collision avec le camion sortant du parking est d'autant plus long que l'étendue de son champ visuel est réduite. De plus, cette relation n'est retrouvée que dans l'analyse des performances de localisation. Ce résultat s'expliquerait, d'après elle, par une altération lors du vieillissement, de l'analyse d'un mouvement latéral, lorsque l'information apparaît de façon tangentielle dans le champ visuel. Nous pensons que la diminution systématique du déport latéral, qui de plus, se révèle linéaire au vieillissement, peut être l'expression de la difficulté de localisation associée à l'effet tunnel. En effet, plus les sujets s'éloignent latéralement du mobile qu'ils dépassent, plus ce mobile se retrouvera dans leur champ visuel périphérique, et moins ils en auront une bonne localisation. La tactique adoptée par les conducteurs âgés se révèle donc, dans ce cas, parfaitement adaptée à leur capacité de perception visuelle, mais elle n'est pas pertinente dans le système de circulation routière dans lequel elle est susceptible de montrer les limites des conducteurs âgés au niveau opérationnel. Dans le cadre du modèle du "risque zéro" (Näätänen et Summala, 1974), le comportement des conducteurs âgés peut se comprendre par l'évidence de leur motivation à maîtriser leur environnement proche, donc, dans ce cas, à garder une perception à laquelle ils seraient susceptibles de réagir, du véhicule qu'ils dépassent. Le risque subjectif n'est dans ce cas de figure pas majeur puisque la probabilité d'un écart latéral du véhicule dépassé n'est pas très forte.

Le type de route présente également une influence dans ce déport latéral. Ainsi, lorsque le dépassement a lieu dans une courbe serrée, l'amplitude du déport des sujets les plus âgés augmente au second tour de circuit, alors que celle des sujets les plus jeunes reste constante. En ligne droite, l'amplitude des sujets les plus jeunes augmente au second tour de circuit et celle des sujets les plus âgés se réduit. Dans une courbe serrée, l'amplitude du déport, chez les plus âgés, est probablement la résultante de l'effet d'habituation à la tâche et de la forme de la courbe qui entraîne un déport plus marqué par l'exercice de la force centrifuge, moins bien maîtrisée lorsque le sujet prend de l'assurance. C'est probablement aussi pour cette raison que le déport latéral des sujets *Sinistrés* ne se différencie de celui des sujets *Témoins* que dans les lignes droites qui n'exigent pas la gestion de l'angle volant idéal pour négocier la courbe. C'est cette mesure qui reflèterait réellement et seulement l'amplitude du déport latéral appliquée lors du dépassement ; elle serait globalement moins importante chez les sujets *Sinistrés* comparativement aux *Témoins*.

Cependant, nous observons que cette amplitude varie de façon compliquée, non seulement en fonction de l'âge et de la sinistralité, mais également du sexe et du temps de conduite.

On observe que l'amplitude du déport reste constante chez les femmes *Témoins* les plus jeunes ; les *Sinistrés* les plus jeunes et les *Témoins* les plus âgées présentent une amplitude équivalente ; elle est plus importante au second tour de circuit comparativement au premier. Les femmes *Sinistrés* les plus âgées réduisent leur déport latéral entre le premier et le second tour de circuit. De même que pour l'évolution de la distance inter-véhicule au fil du temps de conduite, ce comportement suggère une dégradation de la qualité de conduite, due probablement, là aussi, à la perte d'attractivité du stimulus. Ces femmes ne sont apparemment pas en mesure de continuer à conduire, comme elles le feraient dans la réalité et font preuve d'une réelle labilité comportementale. Comme nous l'avons déjà mentionné, celle-ci dénote des traits de désinhibition, mais peut aussi être le révélateur d'une fatigabilité plus importante chez ces sujets. Nous n'avons cependant pas d'éléments apportés par les évaluations subjectives et allant dans ce sens. Il est possible néanmoins que ces femmes ne soient pas conscientes de cet état de fatigue, ce qui pourrait expliquer des difficultés dans la conduite quotidienne, aboutissant à des accidents ou que cet état de fatigue n'est pas révélé parce qu'il est de l'ordre du déni. Nous avons déjà observé, dans nos précédents travaux, ce désintérêt des femmes lorsque la tâche devient familière ; elles ne reproduisent plus des comportements de conduite comme ceux qu'elles auraient certainement dans la réalité. Ce problème se trouve maintenant encore mieux ciblé puisqu'il apparaît finalement lié à l'augmentation de la sinistralité.

On retrouve une amplitude de déport moins importante chez les sujets les plus âgés pour les analyses concernant le dépassement des poids lourds. Et dans ces situations aussi une amplitude moins forte chez les sujets sinistrés. Le fait que l'amplitude chez les témoins augmente au fil du temps de conduite alors que celle des sujets sinistrés reste stable, peut aussi suggérer une meilleure adaptation à la tâche des sujets témoins, qui arrivent peut être à anticiper mieux leurs comportements lorsqu'ils sont en présence de stimulus connus et peut être aussi une plus grande flexibilité de leurs comportements. On remarquera également que les femmes les plus âgées gardent cette stabilité au fil des tours de circuit alors que leurs homologues masculins augmentent l'amplitude latérale à partir du second tour de circuit

L'analyse des **réactions aux diverses situations** permet de montrer que non seulement les sujets âgés présentent globalement le déport latéral le moins important, mais aussi que les sujets réagissent par rapport à la position de l'objet dans leur champ de vision et non par rapport à sa signification. Il s'agit là d'un comportement normal en réponse à des stimuli qui se trouvent sur la chaussée, puisque les sujets sont obligés, pour les éviter, de faire un déport latéral. Néanmoins, on observe aussi ce déport pour l'oiseau venant de face, stimulus qui n'appelle aucune réaction dans la conduite quotidienne. Si l'on compare le déport latéral effectué en réaction à l'oiseau venant de face avec celui de l'oiseau venant en latéral, on s'aperçoit que le déport est plus important pour celui venant en face, probablement parce qu'il est mieux perçu par les sujets puisqu'il se trouve plus en position centrale de leur champ visuel alors que l'oiseau latéral est excentré et concerne le champ visuel périphérique.

Contrairement à ce qui est observé lors du dépassement des véhicules, donc de stimuli habituels sur la chaussée, les sujets *Sinistrés*, lorsqu'ils sont en présence de stimuli inhabituels présentent des réactions moins bien adaptées que les sujets *Témoins*. Ainsi, le déport latéral des *Témoins* est moins important en réaction au chien placé au bord de la BAU qu'au ballon qui passe sur la chaussée, ce dernier événement nécessite de passer sur la voie de gauche pour éviter de le percuter. Chez les *Sinistrés*, ce déport est identique, ce qui indique qu'ils montrent moins de discernement que les *Témoins* en réaction à un événement se présentant lorsqu'ils conduisent.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'amplitude de la réduction de la vitesse en réaction à ces diverses situations montre que les sujets les plus jeunes sont plus réactifs que les plus âgés puisqu'ils ont des réductions plus importantes de la vitesse et ceci reflète probablement une conduite un peu plus de type sportif. Comme on pouvait s'y attendre, la réaction sur la vitesse ne différencie pas les événements placés latéralement à la voie de circulation, mais elle est plus forte pour les événements placés en face du sujet. Le fait que les sujets réagissent aussi fortement à l'oiseau venant en face, apporte un argument supplémentaire dans l'affirmation que la réaction par rapport à l'objet, ne se fait pas en fonction de la nature de l'objet, mais en fonction de sa position par rapport au conducteur.

Chez les sujets *Sinistrés*, les femmes se différencient particulièrement des hommes par leur réaction plus intense de réduction de la vitesse, en réponse au ballon et au carton. Or, il s'agit des seuls événements qui appellent une réaction adaptée et rapide pour éviter la collision avec l'objet. Les hommes tout comme les femmes présentent une réaction de type réflexe qui peut être plus chez les femmes semble avoir comme but l'arrêt du véhicule. Cette plus grande réactivité des femmes, déjà commentée précédemment évoque un manque d'anticipation et des décisions de conduite peut être moins réfléchies que celles des hommes. Cette dissociation dans les comportements des hommes et des femmes a déjà été décrite dans la littérature, il est nouveau de le montrer en conduite automobile simulée et aussi de les associer à une augmentation de la sinistralité particulièrement chez les femmes les plus âgées. Ces différences peuvent être, en ce qui concerne les femmes les plus âgées, se trouver corrélées à une expérience moins grande de la conduite, mais cela ne peut être la seule cause puisque nous l'observons également pour des groupes plus jeunes pour lesquels il n'existe plus de différence en terme d'expérience entre les hommes et les femmes. Et, nous l'observons également dans le présent travail, où il ne semble pas que les femmes aient une expérience moins importante de la conduite que les hommes. Il est probable que la symbolique de la voiture influence nettement la façon de conduire. Les femmes ne se sont pas appropriées la voiture. Pour elles, il s'agit d'un outil par lequel elles ont acquis une plus grande liberté et une place sociale plus valorisée, mais l'action de conduire n'est pour elles pas aussi importante que pour les hommes. Elles utilisent la voiture dans le sens réel du verbe utiliser, alors que les hommes vivent la voiture. Barjonnet remarque que *"les hommes et les femmes n'ont pas le même usage symbolique de la voiture : les hommes s'identifient à la puissance de leur voiture alors que les femmes trouvent dans la voiture un complément de puissance"* (Barjonnet, 1991). La sinistralité augmentée chez les femmes les plus âgées peut trouver une partie de son explication dans ces constatations. En effet, les comportements de désinhibition et de labilité par rapport à la tâche de conduite que l'on peut observer chez elles sont tout à fait accidentogènes, s'ils se produisent en conduite réelle et si plus est, ils apparaissent chez des personnes soit très jeunes chez lesquelles ils potentialisent le danger que représente l'inexpérience, soit très âgées chez lesquelles ils potentialisent les effets néfastes des déficits physiologiques et cognitifs.

5. CONCLUSIONS

Cette étude a permis de montrer qu'une augmentation de l'accidentologie, même discrète et limitée à des dégâts matériels, n'est pas de l'ordre du hasard puisque la population des sujets *Témoins* se différencie de celle des sujets *Sinistrés* aussi bien sur leurs capacités cognitives que des comportements en conduite automobile simulée.

Dans de précédentes études, nous avons déjà montré que les comportements de conduite évoluaient parallèlement et linéairement en fonction du vieillissement et nous avons établi une ligne de base des aptitudes des conducteurs âgés par rapport à celles de sujets plus jeunes. Cette étude permet de préciser que dans une population de personnes âgées, les aptitudes de sujets plus âgés peuvent être différenciées de celles de sujets moins âgés, sur la base d'une tâche de conduite automobile simulée. Nous retrouvons dans cette étude, certains des comportements mesurés dans nos précédents travaux ainsi que les particularités comportementales des conductrices. Cette constatation renforce donc la valeur de nos résultats puisqu'ils s'avèrent reproductibles.

L'examen neuropsychologique confirme que notre population expérimentale est d'un niveau intellectuel globalement supérieur à la moyenne de la population générale. Nous objectivons des altérations globales et diffuses chez les femmes *Sinistrés*, les plus âgées, permettant d'expliquer, au moins partiellement, leurs performances de conduite. Il semble probable que ces altérations soient, dans ce cas, la cause de l'augmentation de l'accidentologie.

Nous pouvons, sur la base de cette étude, conclure que ni l'évaluation neuropsychologique, même si les tests utilisés s'avèrent pertinents, ni les comportements en conduite simulée ne permettent de déterminer, de façon fiable, des sujets susceptibles de présenter un risque augmenté en conduite automobile. En effet, nous observons que les sujets *Témoins* les plus jeunes, présentent parfois des performances moins bonnes que des sujets *Sinistrés*, aussi bien dans la mesure des fonctions cognitives que des performances en simulation.

Ces mesures sont donc nécessaires et pertinentes, mais pas suffisantes.

Il est probable, qu'en dehors de situations où les altérations cognitives sont majeures, le risque que représente un conducteur âgé est la résultante de la qualité cognitive de son vieillissement, de son appréhension de la tâche de conduite automobile et surtout de son rapport au vieillissement.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Assailly, J.-P., (2000). Le suivi des conducteurs âgés. Convention n°99 700 13. INRETS.
- Azorin, J.M., (1995). Démence et dépression. *La Revue du Praticien*, 9(313), 29-32.
- Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D.L., Sloane, M.E., et Graves, M., (1998). Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accident Analysis and prevention*, 30(3), 313-322.
- Ball, K.K., Roenker, D.L., et Bruni, J.R., (1990). Developmental changes in attention and visual search throughout adulthood. *The development of Attention : Research and Theory*, James T. ENNS (ed) Elsevier Science Publishers, 489-508.
- Barjonet, P.M., (1991). Risques encourus, risques perçus : les personnes âgées, l'automobile et la sécurité. *Revue de l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité* (29), 39-46.
- Barr, R.A., (1991). Recent changes in driving among older adults. *Human Factors*, 33(5), 597-600.
- British Psychological Society, (2001). Fitness to drive and cognition. Report number 229642. The British Psychological Society.
- Brouwer, W.H. et Ponds, R.W., (1994). Driving competence in older persons. *Disability and Rehabilitation*, 16(3), 149-161.
- Cerrelli, E., (1989). Older Drivers. The age factor in traffic safety. DOT HS 807 402. National Center for Statistics and Analysis.
- Cooper, P.J., (1990). Differences in accident characteristics among elderly drivers and between elderly and middle-aged drivers. *Accident; Analysis and Prevention*, 22(5), 499-508.
- Cox, D.J. et Taylor, P., (1999). Driving simulation performance predicts future accidents among older drivers. *JAGS*, 47(3), 381-382.
- Dobbs, A.R., Heller, R.B., et Schopflocher, D., (1998). A comparative approach to identify unsafe older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 363-370.
- Drachman, D.A. et Swearer, J.M., (1993). Driving and Alzheimer's disease : the risk of crashes. *Neurology*, 43(12), 2448-2456.
- Fitten, L.J., Perryman, K.M., Wilkinson, C.J., Little, R.J., Burns, M.M., Pachana, N., Mervis, J.R., Malmgren, R., Siembieda, D.W., et Ganzell et, a., (1995). Alzheimer and vascular dementias and driving. A prospective road and laboratory study. *JAMA: the Journal of the American Medical Association*, 273(17), 1360-1365.
- Gilley, D.W., Wilson, R.S., Bennet, D.A., Stebins, G.T., Bernard, B.A., Whalen, M.E., et Fox, J.F., (1991). Cessation of driving and unsafe motor vehicle operation by dementia patients. *Archives of Internal Medicine*, 151, 941-946.

- Hakamies-Blomqvist, L., (1993). Fatal accidents of older drivers. *Accident; Analysis and Prevention*, 25, 19-27.
- Hakamies-Blomqvist, L., (1994). Aging and fatal accidents in male and female drivers. *Journal of Gerontology*, 49(6), S286-S290.
- Hakamies-Blomqvist, L., (1998). Older driver's accident risk : conceptual and methodological issues. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 293-297.
- Hakamies-Blomqvist, L., Johansson, K.J., et Lundberg, C., (1996). Medical screening of older drivers as a traffic safety measure. A comparative Finnish-Swedish evaluation study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(6), 650-653.
- Hakamies-Blomqvist, L., Östlund, J., Henriksson, P., et Heikkinen, S., (2000). Elderly car drivers in a simulator - A validation study. Report number 464. VTI Linköping, Sweden.
- Hakamies-Blomqvist, L. et Peters, B., (2000). Recent European research on older drivers. *Accident; Analysis and Prevention*, 32, 601-607.
- Hakamies-Blomqvist, L. et Wahlström, B., (1998). Why older drivers give up driving. *Accident; Analysis and Prevention*, 30(3), 305-312.
- Hardy, P. et Le Goc, I., (1985). Anxiété et Dépression. *La Revue de Praticien*, 35(27), 1617-1625.
- Hart, S.G. et Staveland, L.E., (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index) : results of empirical and theoretical research. In N. M. Peter A. Hancock (Ed.), *Human Mental Workload* (pp. 139-183). Amsterdam, Elsevier Science Publisher B.V.
- Howell, D.C., (1998). *Méthodes statistiques en sciences humaines*. De Boeck University (ed.).
- Hunt, L., Morris, J.C., Edwards, D., et Wilson, B.S., (1993). Driving performance in persons with mild senile dementia of the Alzheimer type. *Journal of the American Geriatrics Society*, 41(7), 747-752.
- Janke, M.K., (1991). Accidents, mileage, and the exaggeration of risk. *Accident; Analysis and Prevention*, 23(2-3), 183-188.
- Johansson, K., Bronge, L., Lundberg, C., Persson, A., Seideman, M., et Viitanen, M., (1996). Can a physician recognize an older driver with increased crash risk potential. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(10), 1198-1204.
- Kennedy, K.J., (1981). Age effects on Trail Making Test performance. *Perceptual and Motor Skills*, 52(2), 671-675.
- Léger, J.M., Tessier, J.F., et Mouty, M.D., (1989). Anxiété et dépression. In Doin (Ed.), *Psychopathologie du vieillissement* (pp. 29-42). Paris.
- Lezak, M.D., (1987). L'évaluation neuropsychologique. In M. J. Botez (Ed.), *Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement* (pp. 51-67). Les Presses de l'Université de Montréal.

- Lincon, N.B. et Fanthome, Y., (1994). The reliability of the stroke drivers screening. *Assessment Clinical Rehabilitation*, 8, 157-160.
- Lucas-Blaustein, M.J., Filipp, L., Dungan, C., et Tune, L., (1988). Driving in patients with dementia. *Journal of the American Geriatrics Society*, 36, 1087-1091.
- Lundberg, C., Caneman, G., Samuelsson S-M, L., H.-B., et Almkvist, O., (2003). The assessment of fitness to drive after a stroke : The Nordic Stroke Driver Screening Assessment. *Scandinavian Journal of Psychology*, 44(23-30).
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., et Johansson, K., (1998). Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers. *Accident; Analysis and Prevention*, 30(3), 371-377.
- Lundberg, C., Johansson, K., Ball, K., Bjerre, B., et Blomqvist, B., (1997). Dementia and driving : an attempt at consensus. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 11(1), 28-37.
- Marottoli, R., Ostfeld, A., Merrill, S., Perlman, G., Foley, D., et Cooney, L., (1993). Driving cessation and changes in mileage driven among elderly individuals. *Journal of Gerontology*, 48(5), 255-260.
- Marottoli, R.A., Cooney, L.M., Wagner, D.R., Doucette, J., et Tinetti, M.E., (1994). Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers. *Ann.Intern. Med.*, 121, 842-846.
- Mc Coy, G.F., Johnstone, R.A., et Duthies, R.B., (1989). Injury to the elderly in road traffic accidents. *The Journal of Trauma*, 29(4), 494-497.
- McCloskey, L.W., Koepsell, T.D., Wolf, M.E., et Buchner, D.M., (1994). Motor vehicle collision injuries and sensory impairments of older drivers. *Age and Ageing*, 23, 267-273.
- Moessinger, M., (2003). La conduite automobile chez la personne âgée. Mise en évidence et discussion des comportements en situation simulée lors du vieillissement chez le sujet sain. Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur I, Strasbourg.
- Muzet, V., (1998). Conception, réalisation et validation d'un système de mesure du champ visuel utile chez l'homme. Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur I, Strasbourg.
- Näätänen, R. et Summala, H., (1974). A model for the role of motivational factors in drivers' decision-making. *Accident; Analysis & Prevention*, 6(3-4), 243-261.
- OCDE, (1985). Traffic safety of elderly road users. Report prepared by an OECD scientific expert group in co-operation with WHO.
- OCDE, (2001). Vieillissement et transports : concilier mobilité et sécurité. Report prepared by an OECD scientific expert group in co-operation with WHO.
- Odenheimer, G.L., Beudet, M., et Jette, A.M., (1994). Performance-based driving evaluation of the elderly driver : Safety reliability and validity. *Journal of Gerontology*, 49, 153-159.
- O'Neill, D., Neubauer, K., Boyle, M., Gerrard, J., Surmon, D., et Wilcock, G.K., (1992). Dementia and driving. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 85(4), 199-202.

- Posner, M.I. et Boies, S.J., (1971). Component of attention. *Psychological Review*, 78, 391-408.
- Rimmö, P.-A. et Hakamies-Blomqvist, L., (2002). Older drivers' aberrant driving behaviour, impaired activity, and health as reasons for self-imposed driving limitations. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(1), 345-360.
- Rizzo, M., Reinach, S., McGehee, D., et Dawson, J., (1997). Simulated car crashes and crash predictors in drivers with Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, 54(5), 545-551.
- Rogé, J., Pebayle, T., Moessinger, M., Campagne, A., et Muzet, A., (2002). Variation of the useful visual field as a function of age and risk of accident in car driving. *Experimental Aging Research*.
- Schlag, B., (1993). Elderly drivers in Germany-fitness and driving behavior. *Accident; Analysis and Prevention*, 25(1), 47-55.
- Stelmach, G.E. et Nahom, A., (1992). Cognitive-motor abilities of the ederly driver. *Human factors*, 34 (1) 53-65.
- Stutts, J.C., Stewart, J.R., et Martell, C., (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident; Analysis and Prevention*, 30(3), 337-346.
- Trobe, J.D., Waller, P.F., Cook-Flannagan, C.A., Teshima, S.M., et Bieliauskas, L.A., (1996). Crashes and violations among drivers with Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, 53(5), 411-416.
- Tuokko, H., Beattie, B.L., Tallman, K., et Cooper, P., (1995). Predictors of motor vehicle crashes in a dementia clinic population : the role of gender and arthritis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43, 528-532.
- Viano, D.C., Culver, C.C., Evans, L., Frick, M., et Scott, R., (1990). Involvement of older drivers in multivehicle side-impact crashes. *Accident; Analysis and Prevention*, 22(2), 177-188.
- Waller, J.A., (1969). Medical impairment and highway crashes. *JAMA: the Journal of the American Medical Association*, 208(12), 2293-2296.
- Waller, P.F., (1991). The older driver. *Human factors*, 33(5), 499-505.
- Wechsler, D., (1944). The measurement of adult intelligence. In Baltimore, William et Wilkings (Ed.).
- Widlöcher, D., (1985). Le rôle des événements de la vie et la place des psychothérapies dans les états dépressifs. *Le Journal du Praticien*, 35(27), 1639-1645.
- Zhang, J., Fraser, S., Lindsay, J., Clarke, K., et Mao, Y., (1998). Age-specific patterns of factors related to fatal motor vehicle traffic crashes : focus on young and elderly drivers. *Public Health*, 112(5), 289-295.
- Zigmond, A.S. et Snaith, R.P., (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361-370.

Annexe 1

Calendrier d'avancement de l'expérience ACCIPAGE

En février 2001, sont établis, en concertation avec les responsables de la Fondation Maif, les critères de sélection des sociétaires concernés par l'étude et le protocole de recrutement en accord avec les recommandations de la CNIL.

En avril 2001, la Maif nous a transmis les fichiers contenant les données assurance d'environ 1200 sociétaires sinistrés et 2500 sociétaires non sinistrés et nous avons sélectionné 2 x 300 dossiers de personnes que la Maif va contacter pour participer à l'étude.

En mai 2001, les courriers sont envoyés aux sociétaires et nous réceptionnons les accords de participation.

A partir de juin 2001, nous effectuons le recrutement par téléphone des 60 personnes qui seront incluses dans le protocole expérimental.

En juillet, octobre et novembre, nous avons convoqué l'ensemble des personnes pour la première partie de l'étude qui s'est déroulée au laboratoire de Psychologie de la famille et de la filiation de l'Université Louis Pasteur. Cette première phase concernait les entretiens de groupe et débouchera sur l'établissement d'un questionnaire, sur le thème de la conduite automobile, qui sera soumis à l'ensemble des participants.

En décembre 2001, nous avons obtenu l'accord favorable du CCPPRB d'Alsace n°1 pour la partie expérimentale concernant le CEPA.

En janvier 2002, nous avons obtenu l'accord favorable délivré par le Ministère de la Santé.

De janvier à avril 2002 : évaluations neuropsychologiques et examen médical. Cette procédure a mobilisé les sujets pendant deux périodes d'une durée de 30 minutes pour l'examen médical et de 4 heures pour l'examen neuropsychologique.

D'avril à juillet 2002, les sujets ont passé le test de conduite et le questionnaire concernant l'évaluation de la conduite au quotidien. Les expériences ont eu lieu exclusivement le matin (une recherche précédente ayant montré des différences entre la conduite du matin et celle de l'après-midi - *Rapport intermédiaire N°2, Convention fondation Maif n° 50.1461*). La procédure expérimentale appliquée pour ces tests a nécessité la présence des sujets durant 4 heures au laboratoire.

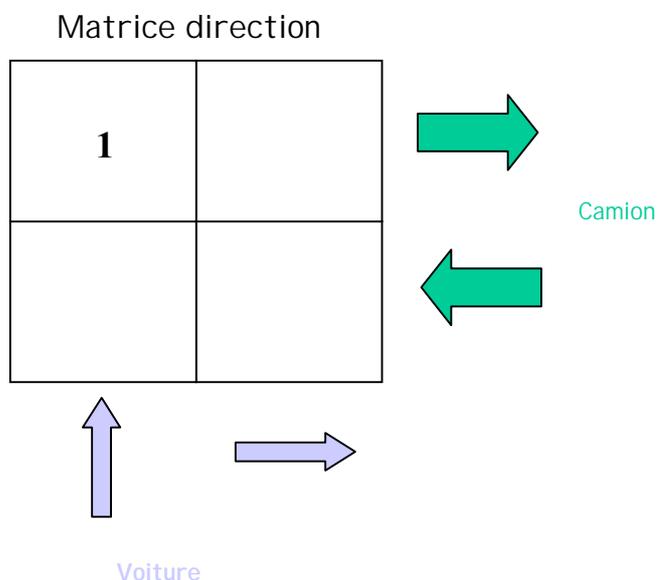
Annexe 2

NordSDSA Test

Test de Bourdon-Grewel : il s'agit de repérer, le plus vite possible tous les groupes comportant quatre points. Le temps limite pour effectuer le test est de 15 minutes. On note les omissions et les fausses reconnaissances (repérage d'un groupe comportant plus ou moins de quatre points). Les groupes non repérés dans la limite du temps maximum imparti sont notés comme des omissions. Le test est présenté sur une feuille A4, nous en reproduisons, à titre d'exemple, une partie ci-dessous.

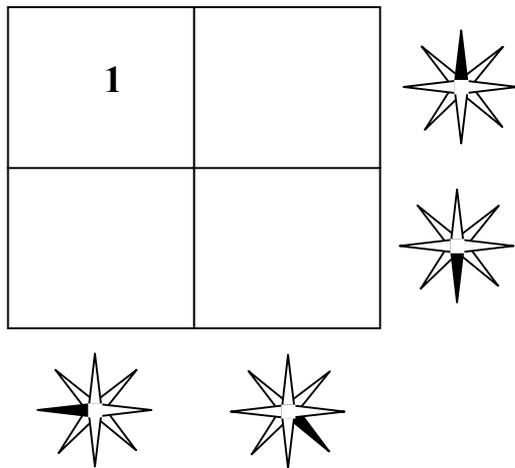
Le test des matrices

Le sujet doit placer sur une matrice de 16 cases des cartes qui figurent une voiture et un camion circulant dans des directions différentes. Sur les bords de la matrice sont indiquées les directions de la voiture et du camion. Ainsi, dans l'exemple reproduit ci-dessous, la carte qui convient à la case 1 est celle d'un camion se déplaçant vers la droite et d'une voiture s'éloignant du sujet. Le score est relevé après trois minutes de test.



Pour la tâche de la matrice des boussoles, le support est identique à celui de la tâche précédente, mais sur les bords figurent des indicateurs de direction pouvant prendre huit positions différentes. La direction est indiquée par la pointe noircie de la boussole. Le sujet dispose de cartes montrant un rond point duquel partent huit routes et sur chaque carte deux voitures prennent des directions différentes. Il s'agit de faire correspondre les directions prises par les voitures avec les directions indiquées par la boussole, certaines des cartes ne peuvent pas être placées. Ainsi dans l'exemple ci-dessous, la boussole de droite indique la direction du Nord et celle du bas la direction de l'Ouest, il faut donc mettre dans la case 1 la carte sur laquelle une voiture prend la direction du Nord et l'autre la direction de l'Ouest. Le score est relevé après 3 minutes de test.

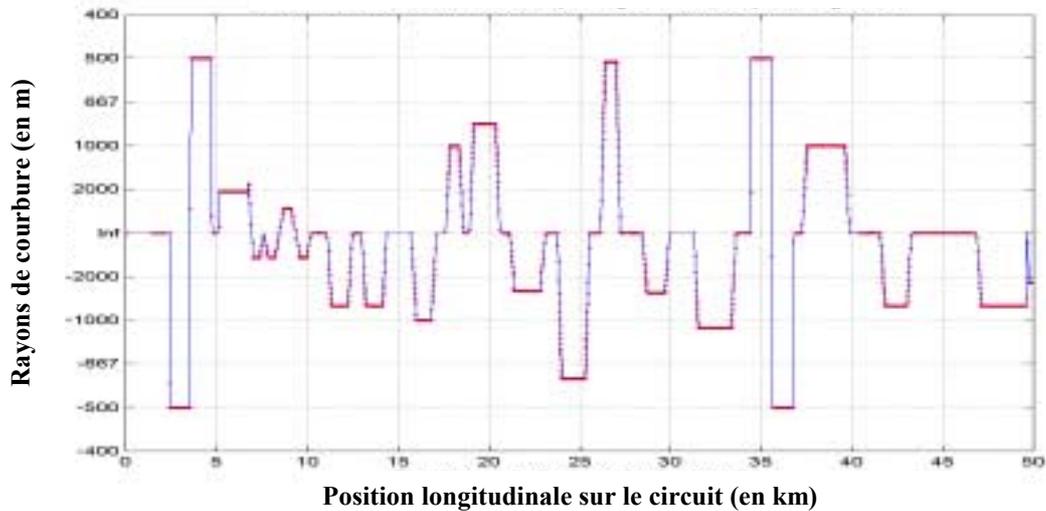
Matrice boussole



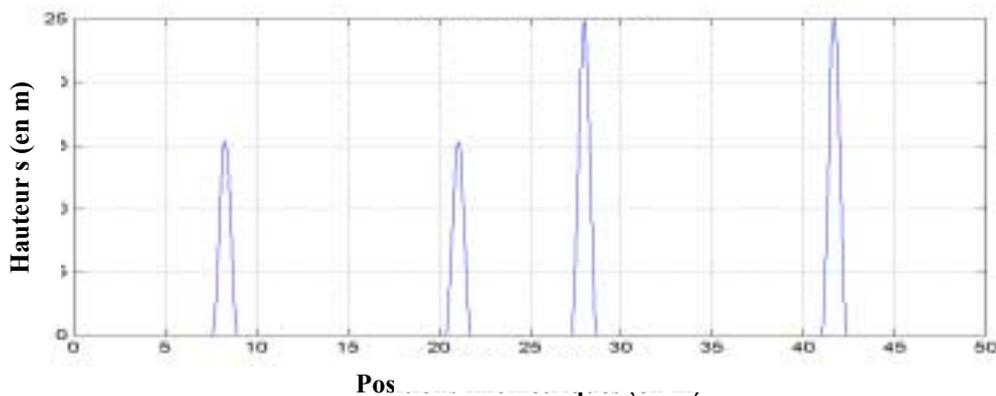
Le test des panneaux

Les sujets disposent de cartes sur lesquelles figurent des panneaux de signalisation routière. Devant eux sont placés des cartons représentant des scènes routières simples, avec une indication de panneaux manquant, qu'ils doivent choisir parmi les panneaux à leur disposition. Il y a des panneaux qui ne conviennent à aucune scène.

Annexe 3



Représentation des rayons de courbures du circuit. Les valeurs négatives représentent les courbes à droite ; les valeurs positives, les courbes à gauche. Les parties horizontales représentent les portions du circuit où la courbure ne varie pas (lignes droites et virages de rayon constant). Les lignes verticales de liaison représentent les segments clothoïdaux. On peut remarquer que les deux courbes en S ne sont pas reliées par des segments clothoïdaux (courbe 1 : du km 2,3 au km 4,8 et courbe 2 du km 34,3 au km 36,8). Elles sont considérées comme des "zones critiques" sur lesquelles sont effectuées des analyses particulières.



Représentation des hauteurs du circuit. Le circuit comporte 4 montées.

- Montée 1 : du km 7,6 au km 9 ; point culminant km 8,3 ; hauteur 15 m, la courbure du point culminant est donnée par un cercle de 6500 m de rayon ;
- Montée 2 : du km 20,4 au km 21,8 ; point culminant km 21,1 ; hauteur 15 m, la courbure du point culminant est donnée par un cercle de 6500 m de rayon ;
- Montée 3 : du km 27,3 au km 28,7 ; point culminant km 28 ; hauteur 25 m, la courbure du point culminant est donnée par un cercle 4000 m de rayon ;
- Montée 4 : du km 41 au km 42,4 ; point culminant km 41,7 ; hauteur 25 m, la courbure du point culminant est donnée par un cercle de 4000 m de rayon.

Annexe 4

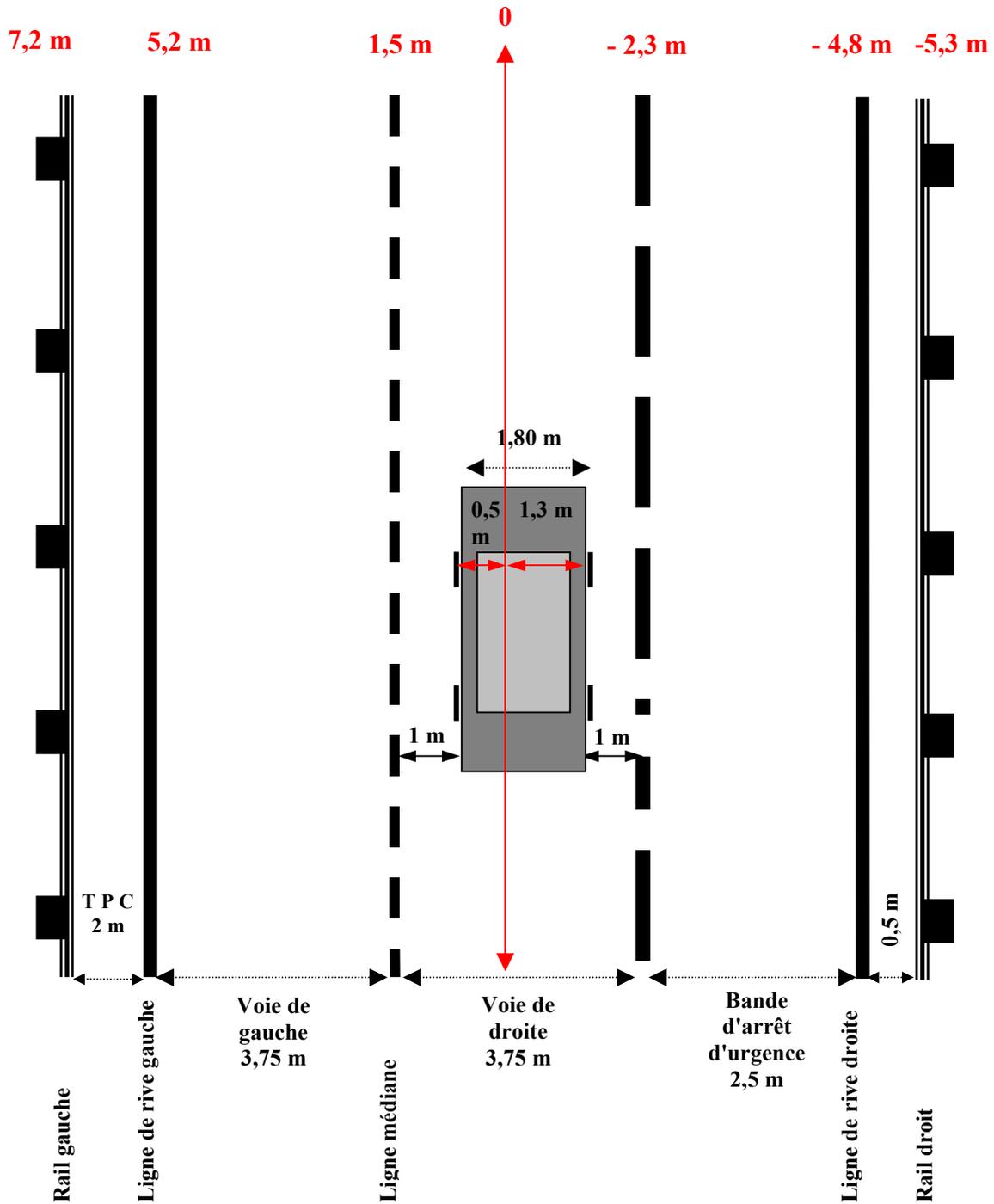
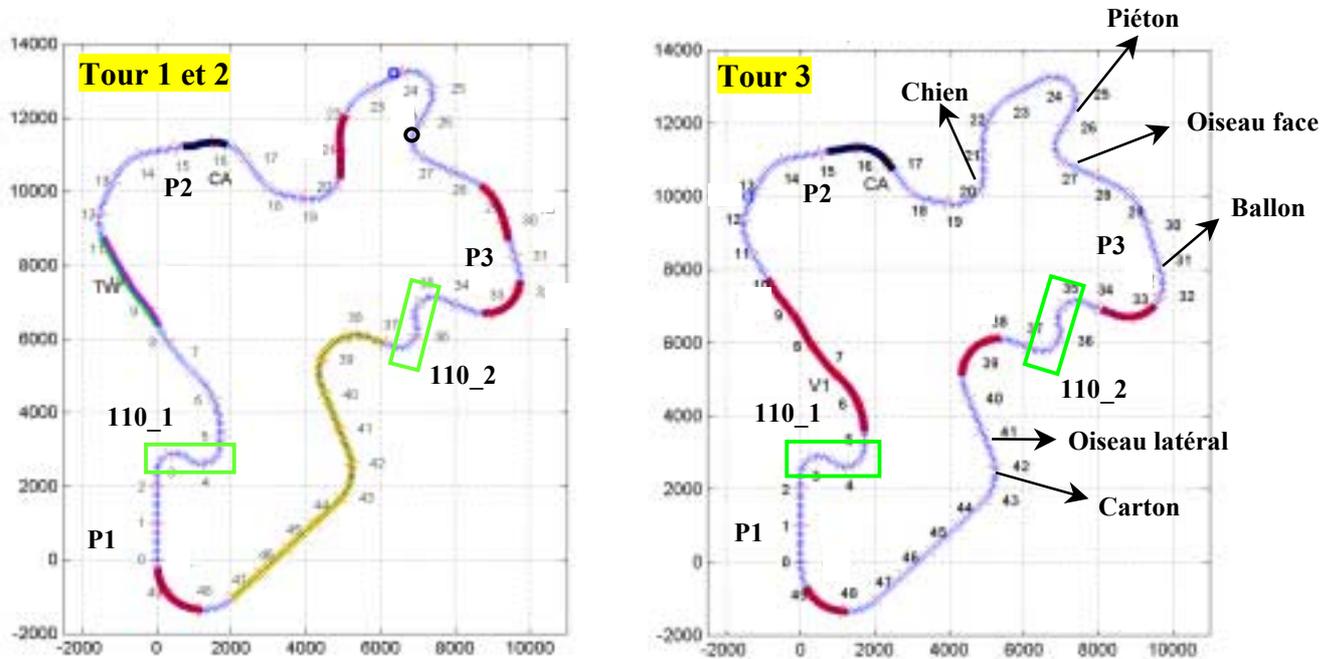


Schéma du gabarit de la route. La position 0 est la position du conducteur lorsque la voiture se trouve au milieu de la voie de circulation de droite.

Annexe 5

Représentation du circuit et de l'emplacement des zones critiques



Les tours 1 et 2 du circuit sont identiques, seuls le type et la couleur des véhicules circulant changent.

- Zone spécifique "sans mobile" — Poids lourd émergeant d'un parking
- Zone de circulation d'un véhicule (406, Berlingot, Twingo)
- P1, P2, P3 Premier, second et troisième parking
- CA Zone de "suivi de mobiles" (406, Twingo ou camion)
- Poids lourd stationné dans la bande d'arrêt d'urgence
- Panneau de vitesse limitée à 90 km/h pour les poids
- Panneau de vitesse limitée à 130 km/h
- Panneau de vitesse limitée à 130 km/h
- Courbes en S

Annexe 6

Ce questionnaire nous permettra de mieux comprendre ce que vous éprouvez sur le plan émotif. Nous vous demandons de le compléter une première fois chez vous en dehors de la situation d'expérience pour nous permettre ensuite d'évaluer la charge émotive due à l'expérience. Lisez chaque question soigneusement et mettez une croix devant la proposition qui correspond le mieux à ce que vous avez éprouvé au cours de la semaine qui vient de s'écouler. Ne vous attardez pas sur la réponse à faire : votre choix immédiat à chaque question fournira probablement une meilleure indication de ce que vous éprouvez qu'une réponse longuement méditée.

<p>Je me sens tendu(e) ou énervé(e) :</p> <p>La plupart du temps Souvent De temps en temps Jamais</p>	<p>J'ai l'impression de fonctionner au ralenti :</p> <p>Presque toujours Très souvent Parfois Jamais</p>
<p>Je prends plaisir aux mêmes choses qu'autrefois :</p> <p>Oui, très nettement Pas autant Un peu seulement Presque plus</p>	<p>J'éprouve des sensations de peur et j'ai l'estomac noué :</p> <p>Jamais Parfois Assez souvent Très souvent</p>
<p>J'ai une sensation de peur comme si quelque chose d'horrible allait m'arriver :</p> <p>Oui, très nettement Oui, mais ce n'est pas trop grave Un peu, mais ça ne m'inquiète pas Pas du tout</p>	<p>Je ne m'intéresse plus à mon apparence :</p> <p>Plus du tout Je n'y accorde pas autant d'attention que j'y devrais Il se peut que je n'y fasse plus autant attention J'y prête autant d'attention que par le passé</p>
<p>Je ris et vois le bon côté des choses :</p> <p>Autant que par le passé Plus autant qu'avant Vraiment moins qu'avant Plus du tout</p>	<p>J'ai la bougeotte et n'arrive pas à tenir en place :</p> <p>Oui, c'est tout à fait le cas Un peu Pas tellement Pas du tout</p>
<p>Je me fais du souci :</p> <p>Très souvent Assez souvent Occasionnellement Très occasionnellement</p>	<p>Je me réjouis d'avance à l'idée de faire certaines choses :</p> <p>Autant qu'avant Un peu moins qu'avant Bien moins qu'avant Presque jamais</p>
<p>Je suis de bonne humeur :</p> <p>Jamais Rarement Assez souvent La plupart du temps</p>	<p>J'éprouve des sensations soudaines de panique :</p> <p>Vraiment très souvent Assez souvent Pas très souvent Jamais</p>
<p>Je peux rester tranquillement assis(e) à ne rien faire et me sentir décontracté(e) :</p> <p>Oui, quoi qu'il arrive Oui, en général Rarement Jamais</p>	<p>Je peux prendre plaisir à un bon livre ou à une bonne émission de télévision :</p> <p>Souvent Parfois Rarement Très rarement</p>

Annexe 7

NASA TLX – PAVCAS

N° sujet :		
Date :		Passation :

■ *Veillez placer une marque sur chaque ligne à l'endroit qui **selon vous** convient le mieux pour exprimer ce que **vous** avez ressenti durant cette tâche de conduite.*

Exigence mentale

Faible _____ Elevée

Exigence physique

Faible _____ Elevée

Exigence temporelle

Faible _____ Elevée

Performance personnelle

Déplorable _____ Excellente

Frustration

Faible _____ Elevée

Effort

Faible _____ Elevé

■ *Pour chaque paire d'adjectifs, sélectionnez celui des deux dont l'exigence était **pour vous** la plus forte durant la tâche que **vous** venez d'effectuer. Il n'y a pas de réponse juste ou fausse, seule votre impression nous intéresse*

	Exigence physique / Exigence mentale	
	Exigence temporelle / Exigence mentale	
	Performance / Exigence mentale	
	Frustration / Exigence mentale	
	Effort / Exigence mentale	
	Exigence temporelle / Exigence physique	
	Performance / Exigence physique	
	Frustration / Exigence physique	
	Effort / Exigence physique	
	Exigence temporelle / Performance	
	Exigence temporelle / Frustration	
	Exigence temporelle / Effort	
	Performance / Frustration	
	Performance / Effort	
	Effort / Frustration	

Plus généralement, avez- vous des observations ?

EXIGENCE MENTALE

Concerne tout ce qui fait travailler la tête.

La question que l'on se pose est de savoir quel effort cette activité vous a coûté sur le plan mental c'est à dire la réflexion, le raisonnement, la prise de décision, l'attention, la mémoire, la perception visuelle, auditive...

Est-ce que sur le plan mental la tâche était pour vous plutôt facile, simple ou plutôt difficile et astreignante ?

EXIGENCE PHYSIQUE

Concerne toutes les activités physiques que vous avez dû faire avec votre corps pour effectuer la tâche.

La question que l'on se pose est de savoir quel effort cette activité vous a coûté sur le plan physique, c'est à dire l'activité des mains, des pieds, la posture du corps, la sollicitation des muscles, des articulations, la vision, l'audition...

Est-ce que sur le plan physique la tâche était pour vous plutôt facile, demandant peu d'effort physique, peu fatigante ou plutôt difficile, demandant un gros effort physique, très fatigante ?

EXIGENCE TEMPORELLE

Concerne la pression que vous avez ressentie par rapport au temps dont vous disposiez pour effectuer la tâche.

Est-ce que sur le plan temporel la tâche était pour vous plutôt d'un rythme lent et tranquille ou plutôt rapide et agité ?

PERFORMANCE PERSONNELLE

On vous demande d'évaluer ce que vous pensez personnellement de votre performance dans cette tâche. Etes-vous plutôt satisfait de ce que vous avez réalisé ou plutôt mécontent ?

FRUSTRATION

On vous demande d'évaluer l'impact que cette tâche a eu sur vous.

Etiez-vous plutôt satisfait, content, intéressé, détendu ou plutôt découragé, irrité, ennuyé, stressé durant cette tâche ?

EFFORT

On vous demande d'évaluer l'effort global, physique et mental que cette tâche vous a demandé.

Annexe 8

Questionnaire de l'évaluation subjective

Code du sujet :

Date :

Veillez répondre à toutes les questions ci-dessous en donnant le maximum de précisions. Cochez la ligne horizontale à l'endroit qui vous paraît le plus approprié pour traduire votre impression.

*** Veuillez indiquer votre état de somnolence à ce moment précis, en entourant le chiffre correspondant à votre état. Vous pouvez aussi utiliser les états intermédiaires.**

1 = Très éveillé

2 =

3 = Eveillé - niveau normal

4 =

5 = Ni éveillé, ni somnolent

6 =

7 = Somnolent, mais sans effort pour rester éveillé

8 =

9 = Très somnolent avec de grands efforts pour rester éveillé, luttant contre le sommeil

*** Veuillez évaluer le niveau de fatigue.**

extrêmement fatigué

très fatigué

fatigué

légèrement fatigué

pas fatigué

*** Veuillez placer une marque sur les lignes à l'endroit qui correspond à ce que vous ressentez en ce moment.**

En ce moment précis, je me sens :

alerte

Pas du tout _____ Très

abattu

Pas du tout _____ Très

tendu

Pas du tout _____ Très

heureux

Pas du tout _____ Très

calme

Pas du tout _____ Très

capable de me concentrer

Pas du tout _____ Très

de bonne humeur

Pas du tout _____ Très

*** Cette tâche de conduite vous a-t-elle paru**

Monotone _____ Active

*** Durant la tâche de conduite, avez-vous eu un (ou des) moment(s) où vous aviez très envie de dormir ?**

oui - non

Précisez :

*** Si oui, avez-vous utilisé des "stratégies" particulières pour ne pas vous endormir ?**

Précisez :

*** Avez-vous ressenti un malaise type mal des transports ou autre durant la conduite ?
Notez toutes les impressions physiques inhabituelles que vous avez ressenties**

oui - non

Précisez :

Faites-nous part de vos remarques concernant cette expérience de façon générale. Il y a eu des moments agréables, d'autres désagréables, vous avez des suggestions...

Annexe 9

PLANNING DU DEROULEMENT DES EXPERIENCES

Sujet C1		Sujet C2	
Activité	Horaire	Activité	Horaire
Accueil	8h	Accueil	8h
Essai du simulateur (20')	8h – 8h20	Installation Explications NASATLX (25') HAD	8h – 8h20
Installation Explications NASATLX (25') HAD	8h20 – 8h45	Essai du simulateur (20')	8h20 – 8h40
Simulation Questionnaires : NASA+Subjectif (1h45')	8h45 – 10h30	PECVU NASA TLX (50')	8h40 – 9h40
Pause (20')	10h30 – 10h50	Questionnaire de conduite (35')	9h40 – 10h15
Questionnaire de conduite (35')	10h50 – 11h25	Pause (20')	10h15 – 10h35
PECVU NASA TLX (50')	11h25 – 12h15	Simulation Questionnaires : NASA+Subjectif (1h45')	10h35 – 12h20
HAD (5')	12h15 – 12 h20	HAD (5')	12h20 – 12 h25

Annexe 10

Code	Sexe	Groupe	Age	Petits dégâts de carrosserie						Dégâts conséquents de carrosserie						Dégâts plus conséquents de carrosserie						
				AT	ST	DA	NCA	R	NR	AT	ST	DA	NCA	R	NR	AT	ST	DA	NCA	R	NR	
1	Hommes	Témoins	Seniors 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Hommes	Témoins	Seniors 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Hommes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Hommes	Témoins	Seniors 2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Hommes	Témoins	Seniors 2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0	4	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Hommes	Sinistrés	Seniors 1	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Hommes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Hommes	Témoins	Seniors 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Hommes	Sinistrés	Seniors 1	2		2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Hommes	Témoins	Seniors 1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Hommes	Témoins	Seniors 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Hommes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
18	Hommes	Témoins	Seniors 2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Hommes	Témoins	Seniors 2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Hommes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
26	Femmes	Témoins	Seniors 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Femmes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Femmes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Femmes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Femmes	Témoins	Seniors 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Femmes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Femmes	Témoins	Seniors 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	Femmes	Sinistrés	Seniors 2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
34	Femmes	Témoins	Seniors 2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
35	Femmes	Témoins	Seniors 2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Femmes	Témoins	Seniors 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
37	Femmes	Sinistrés	Seniors 2	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
40	Femmes	Témoins	Seniors 1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	Femmes	Témoins	Seniors 2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Code	Sexe	Groupe	Age	Petits dégâts de carrosserie						Dégâts conséquents de carrosserie						Dégâts plus conséquents de carrosserie					
				AT	ST	DA	NCA	R	NR	AT	ST	DA	NCA	R	NR	AT	ST	DA	NCA	R	NR
50;Hommes	Témoins	Seniors 1	0;	1;	1;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
51;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	1;	1;	0;	2;	2;	0;	1;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
52;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
53;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
54;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	3;	0;	3;	0;	3;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
55;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	1;	0;	1;	0;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
56;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
57;Hommes	Témoins	Seniors 1	0;	0;	0;	0;	0;	0;	2;	0;	2;	0;	0,5;	0,5;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
58;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	1;	1;	1;	0;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
59;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	0;	5;	1;	4;	5;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
61;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	0;	1;	1;	0;	1;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
62;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0;	2;	0;	2;	2;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
63;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0;	3;	0;	3;	3;	0;	2;	0;	2;	0;	1;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
64;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0;	2;	2;	0;	2;	0;	0;	2;	2;	0;	2;	0;	0;	2;	2;	0;	2;	0;	
65;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1;	1;	2;	0;	1;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
66;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
67;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
69;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	1;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
79;Femmes	Sinistrés	Seniors 1	0;	2;	0;	2;	2;	0;	2;	1;	3;	0;	1;	2;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
71;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
72;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	2;	2;	4;	0;	2;	2;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
73;Hommes	Témoins	Seniors 2	1;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
74;Hommes	Sinistrés	Seniors 2	0;	1;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	1;	0;	
75;Hommes	Sinistrés	Seniors 1	0;	1;	0;	1;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	
77;Femmes	Sinistrés	Seniors 1	0;	3;	0;	3;	3;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
78;Femmes	Sinistrés	Seniors 1	1;	0;	1;	0;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
80;Femmes	Sinistrés	Seniors 1	0;	1;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
81;Femmes	Sinistrés	Seniors 1		0;	0;	0;	0;	0;	2;	0;	2;	0;	1;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
82;Femmes	Sinistrés	Seniors 1	0;	4;	0;	4;	4;	0;	2;	0;	2;	0;	0;	2;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
83;Femmes	Sinistrés	Seniors 2	1;	0;	1;	0;	0;	1;	1;	0;	1;	0;	0,5;	0,5;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
84;Femmes	Sinistrés	Seniors 2	0;	3;	0;	3;	3;	0;	1;	0;	1;	0;	1;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	

Tableau récapitulatif du nombre et de la nature des accidents déclarés par les sujets lors de la passation du questionnaire de conduite.

Légende : AT : avec tiers, ST : sans tiers, DA : déclaré assurance, ND non déclaré, R : responsable, NR : non responsable.

