

Direction des bibliothèques

AVIS

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal

Différences individuelles quant à la vulnérabilité à la somnolence au volant : une
étude sur simulateur de conduite

par

Guillaume Théorêt

Département de Psychologie
Faculté des Arts et Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
En vue de l'obtention du grade de maîtrise en psychologie

Mars 2009

© Guillaume Théorêt, 2009



Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :
Différences individuelles quant à la vulnérabilité à la somnolence au volant : une
étude sur simulateur de conduite

présenté par :
Guillaume Théorêt

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

.....**Denis Cousineau**.....
président-rapporteur

.....**Jacques Bergeron**.....
directeur de recherche

.....**Julie Carrier**.....
membre du jury

RÉSUMÉ

L'étude porte sur l'analyse des différences individuelles dans des situations où des sujets réalisent une tâche complexe alors qu'ils sont dans un état de fatigue. Ce type de situation se produit fréquemment dans la conduite d'un véhicule motorisé. De fait, la fatigue au volant constitue une préoccupation majeure pour les chercheurs et intervenants en sécurité routière. C'est un facteur impliqué dans plusieurs accidents de la route chaque année. Une meilleure compréhension des facteurs liés à la vulnérabilité à la fatigue au volant permettrait de réduire le nombre d'accidents de ce type. Vingt-deux policiers patrouilleurs ont participé à deux séances expérimentales au Laboratoire de Simulation de Conduite de l'Université de Montréal. La première séance se déroulait après une série de plusieurs jours consécutifs de travail (condition A) et la deuxième, après une série de plusieurs nuits consécutives de travail (condition B). La condition B avait lieu alors que les participants se trouvaient dans un état de fatigue accrue. Les résultats confirment l'hypothèse générale de différences individuelles, qui se manifestent notamment par des constantes intra-individuelles en ce qui a trait aux performances de conduite dans la condition A et celles observées dans un état de fatigue accrue. Les analyses établissent aussi un lien entre la recherche de sensations et la vulnérabilité à la fatigue. Par ailleurs, les participants se révèlent inaptes à juger adéquatement des effets de leur niveau d'éveil sur leurs performances en conduite simulée. L'étude se termine en discutant de la pertinence du dépistage des participants les plus vulnérables à la fatigue au volant.

Mots-clés : Vigilance, différences individuelles, fatigue au volant, simulation de conduite, sécurité routière, recherche de sensations.

ABSTRACT

This study's focuses on the analysis of individual differences in situations where subjects have to realize a complex task when they are in a fatigue state. This type of situation happens frequently when driving a motorized vehicle. Thus, drivers' fatigue is a main concern among traffic safety stakeholders and researchers. It is implicated in several road accidents each year. A better understanding of factors linked to the vulnerability of falling asleep at the wheel would reduce the number of accidents of this type. Twenty-two police officers participated in two experimental sessions at the Driving Simulation Laboratory of the Université de Montréal. The first session took place after a series of several consecutive dayshifts (condition A) while the second session took place after several consecutive nightshifts (condition B). Condition B occurred when participants were in a period of increased fatigue. Results confirm the general hypothesis concerning individual differences as shown by the presence of intra-individual constants between driving performances in condition A and driving performances in condition B. Also, analysis found a link between sensation seeking and vulnerability of falling asleep at the wheel. In addition, participants are unable to effectively judge the effects of their level of arousal on their driving performances. Finally, implications concerning screening of participants vulnerable to falling asleep at the wheel are discussed.

Keywords : Vigilance, individual differences, drivers fatigue, driving simulation, traffic safety, sensation seeking.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	ii
ABSTRACT	iv
TABLE DES MATIÈRES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
INTRODUCTION.....	1
RECENSION DE LITTÉRATURE.....	2
<i>Extraversion</i>	6
<i>Recherche de sensations</i>	6
<i>Dépendance du champ</i>	7
OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES.....	9
MÉTHODOLOGIE.....	11
(i) Sujets	11
(ii) Matériel.....	14
<i>Questionnaires</i>	14
<i>Simulateur de conduite</i>	16
(iii) Plan de l'expérience.....	16
<i>Déroulement</i>	18
RÉSULTATS.....	19
Premier objectif.....	19
<i>Analyses préalables</i>	19
<i>Sous-objectif 1 : Lien entre les conditions expérimentales</i>	25

<i>Sous-objectif 2 : Lien entre les performances de conduite et l'état de fatigue subjectif</i>	28
Deuxième objectif	29
<i>Sous-objectif 1 : Différences individuelles au niveau des performances de conduite</i>	29
<i>Sous-objectif 2 : Variables psychologiques liées à la fatigue au volant</i>	33
<i>Relations avec le fait de s'être endormi au volant dans la dernière année</i> ..	35
DISCUSSION	38
<i>Retour sur l'étude dans son ensemble</i>	38
<i>Différences entre les conditions expérimentales</i>	39
<i>Constantes intra-individuelles</i>	43
<i>Évaluation des niveaux d'éveil subjectifs</i>	44
<i>Différences individuelles</i>	46
<i>Variables psychologiques</i>	47
<i>Forces, limites et études futures</i>	50
CONCLUSION	54
RÉFÉRENCES	56
ANNEXES	62
<i>Annexe 1. Questionnaire maison</i>	63
<i>Annexe 2. Schéma du simulateur de conduite</i>	68
<i>Annexe 3. Formulaire de consentement</i>	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillon	13
Tableau 2. Corrélations entre le niveau d'éveil subjectifs des participants et les mesures de fatigue au volant selon la condition.....	28
Tableau 3. Variations des performances des participants affectés par la condition expérimentale de fatigue accrue	30
Tableau 4. Différences de performances entre les groupes « affectés » et « non-affectés » selon la condition	31
Tableau 5. Corrélations entre les variables psychologiques et les mesures de fatigue prises sur simulateur de conduite	35
Tableau 6. Moyenne sur les différentes variables psychologiques selon le groupe	36

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Différences de niveaux d'éveil selon la condition	20
Figure 2. Différences des écarts types de position latérale et de vitesse selon la condition pour la tâche de conduite monotone.....	21
Figure 3. Évolution des variations des écarts types de position latérale selon la condition pour la tâche de conduite monotone.....	23
Figure 4. Différences des temps de réaction selon la condition pour la tâche de temps de réaction sur route.....	24
Figure 5. Corrélations entre les écarts types des positions latérales des conditions A et B pour la tâche de conduite monotone	26
Figure 6. Corrélations entre les écarts types de la vitesse des conditions A et B pour la tâche de conduite monotone.....	26
Figure 7. Corrélations entre les temps de réaction des conditions A et B pour la tâche de temps de réaction en conduite	27
Figure 8. Évolution des variations des écarts types de position latérale entre les groupes « affectés » et « non-affectés » lors de la condition A pour la tâche de conduite monotone	32
Figure 9. Évolution des variations des écarts types de position latérale entre les groupes « affectés » et « non-affectés » lors de la condition B pour la tâche de conduite monotone	32
Figure 10. Schéma du simulateur de conduite.....	68

INTRODUCTION

La présente recherche vise à examiner les effets de la fatigue sur les performances dans une tâche complexe. Dans le cas présent, il s'agit de tâches de conduite effectuées sur un simulateur de conduite automobile. Plus spécifiquement, des mesures de performances seront recueillies lors de tâches sur simulateur de conduite alors que les participants seront dans un état de fatigue accrue. L'étude tentera de vérifier si les performances en simulation de conduite sont liées à certaines variables psychologiques - l'extraversion, la recherche de sensations et la dépendance au champ visuel - dans le but d'évaluer les différences individuelles quant à la vulnérabilité à la somnolence au volant. La présente recherche vise aussi à approfondir les résultats des recherches précédentes sur le sujet.

RECENSION DE LITTÉRATURE

La présente étude porte sur l'analyse des différences individuelles dans des situations où des sujets réalisent une tâche complexe alors qu'ils sont dans un état de fatigue. Ce type de situation se produit fréquemment dans la conduite d'un véhicule motorisé. De fait, la fatigue et la somnolence au volant constituent des préoccupations pour les chercheurs et intervenants en sécurité routière. En effet, plusieurs études ont démontré que la fatigue et la somnolence au volant étaient en cause dans de nombreux accidents de la route (Lyznicki, Doege, Davis & Williams, 1998 ; Sagberg, 1999). D'une étude à l'autre, toutefois, l'estimation des taux d'accidents causés par la fatigue varie grandement en fonction de plusieurs facteurs, notamment de la méthodologie, des populations étudiées et des critères utilisés ainsi qu'en raison de l'absence de tests fiables et objectifs de la mesure de la fatigue (Connor, Whitlock, Norton & Jackson, 2001). Plusieurs auteurs croient ainsi que la fatigue serait un facteur sous-estimé dans les accidents de la route (Brown, 1994 ; Pack, Pack, Rodgman, Cucchiara, Dinges & Schwab, 1995 ; Sagberg, 1999). Lyznicki et al. (1998) soulignent par ailleurs que plusieurs accidents où l'inattention est identifiée comme facteur causal pourraient cacher de la somnolence au volant.

Dans le contexte de la conduite, la fatigue se traduit par une perte d'intérêt à continuer la tâche à accomplir et par un retrait progressif de l'attention portée envers les particularités de la route et les demandes de la circulation (Brown, 1994). Lyznicki et al. (1998) ajoutent que la fatigue produit une diminution de la capacité à performer dans la tâche à accomplir, en plus de la présence d'états

subjectifs liés à la diminution des performances. Le moyen le plus efficace pour mesurer la fatigue au volant est l'évaluation du niveau de vigilance. En effet, comme le soulignent Dinges et Mallis (1998), la conduite est fondamentalement une tâche de vigilance qui est très sensible à la fatigue. Plusieurs définitions de la vigilance ont été proposées dans la littérature, mais pour les besoins de la présente étude, la vigilance est définie comme un état psychologique d'activation et d'alerte accompagné d'une capacité à maintenir une attention soutenue pendant une longue période de temps (Mackie, 1987).

La capacité de maintenir sa vigilance en conduite diminue considérablement lors de la conduite nocturne. En effet, plusieurs études ont démontré que la fatigue au volant est impliquée dans de nombreux accidents entre minuit et six heures du matin (Sagberg, 1999 ; Pack et al., 1995 ; Horne et Reyner, 1995 ; Lenné, Triggs et Redman, 1997). Durant cette période, la probabilité qu'un accident soit causé par la fatigue est augmentée d'environ six fois et la fatigue serait la cause d'environ 18,6% des accidents survenant la nuit (Sagberg, 1999). Pour cette raison, de nombreux travaux ont étudié la fatigue chez des individus qui doivent conduire la nuit en raison de leur travail. Car malgré le changement d'horaire d'éveil et de sommeil, certaines hormones telles que le cortisol et la mélatonine continuent d'être sécrétées en fonction du rythme circadien interne plutôt qu'en raison de procédés homéostatiques. Ce faisant, les travailleurs de nuit sont sujets à des baisses de vigilance et de performance en raison du déséquilibre hormonal (Boivin, Tremblay et James, 2007) et sont ainsi davantage à risque d'être victimes d'un accident causé par la fatigue (Stutts, Wilkins, Osberg et Bradley, 2003 ; Dalziel et Job, 1997 ; Shen, Bolty, Chung,

Gibbs, Sabanadzovic et Shapiro, 2006 ; Fell et Black, 1997). Les travailleurs de nuit sont également à risque d'être victimes de fatigue au volant lorsqu'ils retournent chez eux après leur quart de travail (Lyznicki et al., 1998 ; Pack et al., 1995 ; Akerstedt et al., 2004).

Une des préoccupations relative à l'augmentation des accidents lors de la conduite nocturne est l'habileté des conducteurs à percevoir leurs états de fatigue. Certaines études indiquent que les conducteurs sont capables de percevoir leurs signes de fatigue (Horne et Reyner, 1995) et d'évaluer la dégradation de leur performance en fonction de leur état de fatigue (Fairclough et Graham, 1999). D'autres, par contre, soutiennent que la mesure de l'état d'éveil subjectif ne permet pas de prédire les performances en conduite (Arnedt, Wilde, Munt et MacLean, 2001). Néanmoins, il semble que même s'ils sont capables de percevoir adéquatement leur état de fatigue, les conducteurs ont tendance à continuer de conduire leur véhicule malgré tout (Smith, Carrington et Trinder, 2005 ; Nordbakke et Sasberg, 2007).

La fatigue et la vigilance au volant sont difficiles à observer dans un environnement de conduite réel. Pour pallier cet obstacle, plusieurs chercheurs étudient la fatigue au volant par le biais de questionnaires rétrospectifs (i.e. Sasberg, 1999). Toutefois, cette mesure comporte certains biais méthodologiques tels que la capacité de rappel. Cet effet est amplifié dans le cas de la fatigue au volant puisque des études ont démontré que les individus ont tendance à nier s'être endormi lorsque la durée du sommeil est de moins de deux minutes (Bonnet et Moore, 1982 ; Horne et Balk, 2004). Dans le cas de la fatigue au volant,

l'endormissement ne peut durer plus de quelques secondes sans avoir de graves conséquences et on peut donc croire que le nombre de personnes qui s'endorment est plus élevé que ce que les questionnaires révèlent. La présente étude recueillera certaines données par le biais de questionnaires rétrospectifs mais mesurera la sensibilité des conducteurs à la fatigue au volant à l'aide d'un simulateur de conduite. Cet instrument s'est révélé efficace pour mesurer la fatigue des conducteurs (Philip, Taillard, Klein, Sagaspe, Charles, Davies, Guillemainault, Bioulac, 2003).

Au-delà de l'observation de la fatigue au volant, les études ont révélé l'existence de grandes différences individuelles en ce qui concerne la vulnérabilité à la fatigue au volant (Koelega, 1992). En effet, il semble que certains conducteurs soient grandement affectés par la fatigue au volant alors que d'autres ne le sont que très peu. Il devient ainsi intéressant de comprendre comment se différencient les individus plus vulnérables à la fatigue au volant de ceux qui le sont moins. Pour ce faire, certaines variables de personnalités seront étudiées afin de tenter de mettre en lumière les bases de ces différences individuelles. Les variables qui seront recueillies dans la présente étude sont celles qui ont été identifiées comme des précurseurs à la fatigue dans l'étude de Thiffault et Bergeron (1997), soit l'extraversion, la recherche de sensations et la dépendance du champ.

Extraversion

Les personnes extraverties sont, par nature, des individus qui sont davantage à la recherche de stimulation dans leur environnement. Dans un contexte routier où peu de stimuli sont disponibles, il est donc possible de penser qu'ils auraient tendance à perdre leur vigilance plus rapidement que les introvertis. Quelques études ont d'ailleurs permis d'établir un lien entre l'extraversion et la fatigue ressentie en conduite. Verwey et Zaidel (2000, dans Thiffault et Bergeron, 2003) ont d'ailleurs démontré que l'extraversion était reliée significativement aux erreurs dues à la fatigue commises en conduite simulée.

Recherche de sensations

La recherche de sensations est un trait de personnalité qui a été identifié par Zuckerman (1979) et défini comme étant le besoin de vivre des expériences et des sensations variées, nouvelles et complexes ainsi que la volonté de prendre des risques physiques et sociaux afin d'expérimenter ce genre de sensations. Zuckerman a également développé une échelle à quatre dimensions afin d'évaluer ce trait de personnalité. Les quatre dimensions du trait de la recherche de sensations sont la désinhibition, la susceptibilité à l'ennui, la recherche d'excitation et d'aventure et la recherche d'expérience. Un score global est également calculé. Les individus ayant un score élevé sur l'échelle de recherche de sensations ont tendance à organiser leur vie de façon non routinière en incluant davantage de situations nouvelles en contraste avec ceux ayant un score faible, qui

recherchent davantage une routine prévisible et simple. Au point de vue de la conduite, la recherche de sensations a notamment été associée à des comportements de conduite risqués (Richer, Théorêt et Bergeron, 2007). En qui a trait à la fatigue au volant, les individus ayant un score élevé sur la recherche de sensations devraient être plus affectés par des tâches de conduite nécessitant une longue période de vigilance ou des tâches répétitives ne présentant pas de stimuli variés.

Dépendance du champ

Le concept de dépendance du champ fait référence à la capacité d'un individu à repérer un stimulus cible en faisant abstraction des stimuli non pertinents formant le reste d'une scène visuelle. Les sujets dépendants du champ ont de la difficulté à retirer l'information pertinente d'une scène en l'analysant plus globalement que les « indépendants du champ » qui eux, sont capables de reconnaître un élément particulier comme émergeant d'un champ perceptuel complexe. Au niveau de la conduite automobile, quelques études ont établi des liens entre les taux d'accidents et la dépendance du champ (Aviolo, Croeck et Panek, 1985 ; McKenna, Duncan et Brown, 1996). De plus, certaines études ont démontré que les dépendants du champ performant moins bien que les indépendants du champ dans des tâches de vigilance (Thiffault et Bergeron, 2003).

Dans leur étude, Thiffault et Bergeron (2003) n'ont pu établir une relation significative qu'entre la sous-échelle de la recherche d'expérience du

questionnaire de la recherche de sensations et la fatigue au volant observée sur un simulateur de conduite. L'étude ne portait toutefois que sur des participants recrutés parmi des étudiants ayant bénéficié de nuits normales de sommeil au cours des jours précédents. De plus, l'expérimentation avait lieu en milieu de journée et ne comportait qu'une seule mesure de vigilance : les micro-mouvements du volant.

La présente étude tentera également de mettre en relation les échelles de recherche de sensations, d'extraversion et de dépendance du champ avec la fatigue au volant observée sur simulateur. Toutefois, contrairement à l'étude de Thiffault et Bergeron (2003), les performances sur simulateur seront évaluées chez des policiers du Service de Police de la Ville de Montréal (SPVM) soumis à un état préalable de fatigue, ayant travaillé plusieurs nuits consécutives tout juste avant de procéder aux expérimentations en simulation. Aussi, davantage de mesures de performances seront recueillies au cours de l'expérimentation sur simulateur. Enfin, le temps de l'expérimentation choisi est également différent alors que les participants se présenteront pour faire l'étude tôt le matin, à la fin de leur dernier quart de travail.

OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

Premier objectif Le premier objectif de la présente étude vise à observer les effets d'un état de fatigue accrue sur les performances de conduite. Pour ce faire, les participants, des policiers du Service de Police de la Ville de Montréal (SPVM), seront testés sur un simulateur de conduite sous deux conditions expérimentales distinctes ; après une série de plusieurs jours consécutifs de travail (condition A) et après une série de plusieurs nuits consécutives de travail (condition B). L'étude se base donc à priori sur le postulat que la condition B constitue un état de fatigue accrue pour les participants. La condition A sera ainsi considérée comme un niveau de base à partir duquel il y aura de toute évidence une dégradation significative des performances de conduite des participants lors de la condition B. L'étude vise à (1) analyser d'éventuelles constantes intra-individuelles dans les performances de conduite; il s'agira donc de déterminer s'il est possible de prédire les performances de conduite dans la condition B à partir des résultats obtenus dans la condition A. Aussi, l'étude vérifiera (2) jusqu'à quel point les participants ont une perception juste de leur état de fatigue et de ses effets sur leur performance de conduite.

Hypothèses

- (1) Un lien positif entre les performances de conduite des participants lors de la condition A et celles de la condition B est attendu.

- (2) Plus les participants se jugeront fatigués préalablement aux séances expérimentales, plus leurs performances en conduite simulée se dégraderont.

Second objectif Le second objectif vise à examiner les différences individuelles quant à la vulnérabilité à la fatigue et la somnolence au volant. Pour ce faire, les performances de conduite sur simulateur seront analysées afin de déterminer si certains individus sont plus affectés que d'autres par les conditions expérimentales. Concrètement, il s'agit (1) d'examiner les variations de performances intra-individuelles des participants entre les deux conditions de l'expérimentation afin d'identifier les participants qui sont les plus affectés par un état de fatigue accru. L'étude tentera aussi de (2) vérifier s'il est possible de différencier les participants les plus vulnérables à la fatigue au volant en fonction de certaines variables psychologiques telles que l'extraversion, la recherche de sensations et la dépendance du champ.

Hypothèses

- (1) Il y aura des différences individuelles significatives quant à la vulnérabilité à la fatigue au volant et il sera possible d'identifier les participants les plus affectés par un état de fatigue accru à l'aide du simulateur de conduite.

- (2) Les individus ayant des scores élevés sur les échelles d'extraversion et de recherche de sensations ainsi que ceux ayant un niveau élevé de dépendance du champ seront plus vulnérables à la fatigue au volant.

MÉTHODOLOGIE

La présente étude fait partie d'un projet de recherche « multi-centres » sur la fatigue au volant dirigé par Mary Chipman de l'Université de Toronto et subventionné par les Instituts de Recherche en Santé du Canada (IRSC). L'étude bénéficie également d'une subvention de la Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ) attribuée à François Bellavance, directeur du Laboratoire sur la sécurité des transports du CIRRELT (Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport) et à Jacques Bergeron, directeur du Laboratoire de Simulation de Conduite de l'Université de Montréal.

L'étude constitue aussi un sous-projet réalisé en collaboration avec l'équipe de recherche du centre d'étude et de traitement des rythmes circadiens de l'Hôpital Douglas, dirigée par Diane Boivin et visant à déterminer le niveau des habiletés de conduite en fonction des phases de l'oscillateur circadien.

(i) Sujets

Des annonces ont été placées dans le journal hebdomadaire des policiers du Service de Police de la Ville de Montréal (SPVM) transmis par courriel. Afin d'être admissibles pour participer à l'étude, les policiers devaient être âgés entre 20 et 40 ans, être en bonne santé et ne pas consommer des médicaments qui peuvent influencer l'humeur ou le sommeil. Avant de se présenter au Laboratoire de Simulation de Conduite, les participants ont rencontré un assistant de recherche de l'Hôpital Douglas et ont fourni un échantillon sanguin afin de vérifier s'ils

répondaient aux critères d'admissibilité. Par ailleurs, les participants s'engageaient également à dormir 8 heures par nuit et à remplir un agenda de sommeil pendant toute la durée de l'étude. Un échantillon de vingt-cinq policiers a pu ainsi être recruté auprès du SPVM. Toutefois, deux participants n'ont pas complété toutes les phases du protocole expérimental en raison de malaises lors de la conduite du simulateur et un participant a choisi de se retirer de l'étude pour des raisons personnelles. Ces trois participants ont ainsi été retirés de l'échantillon final, qui est donc composé de vingt-deux participants.

L'échantillon se compose de neuf hommes et de treize femmes âgés entre 22 et 35 ans (Moyenne (M) = 26,91, écart type (ÉT) = 3,74). Ils ont en moyenne 10,64 années d'expérience de conduite (ÉT = 3,82). À l'exception de leur conduite comme policiers, ils conduisent en majorité (81,8%) entre 20 000 et 40 000 kilomètres par année. Sept participants (31,8%) ont eu au moins un accident au cours des deux dernières années et cinq (22,7%) ont admis s'être endormis au volant au moins une fois au courant de la dernière année.

En ce qui a trait à leur fonction de policiers, ils ont en moyenne 4,64 années d'expérience (ÉT = 3,09) et conduisent majoritairement (31,8%) entre 5 000 et 10 000 kilomètres par année dans leur travail, mais 27,3% conduisent entre 20 000 et 40 000 kilomètres par année. Les caractéristiques détaillées de l'échantillon se trouvent dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillon

Variables			
Sexe	Hommes		9 (40,9%)
	Femmes		13 (59,1%)
Âge			M = 26,91 , ÉT = 3,74
Expérience de conduite (années)			M = 10,64 , ÉT = 3,82
À l'exception de la conduite comme policier	Kilomètres parcourus dans la dernière année	- de 5 000	0
		Entre 5 000 et 10 000	1 (4,5%)
		Entre 10 000 et 20 000	2 (9,1%)
		Entre 20 000 et 40 000	18 (81,8%)
		+ de 40 000	1 (4,5%)
	Endormis au moins une fois en conduisant au cours de la dernière année	Oui	7 (31,8%)
		Non	15 (68,2%)
	Au moins un accident au cours des 2 dernières années	Oui	5 (22,7%)
		Non	17 (77,3%)
	Conduite dans le cadre du métier de policier	Expérience comme policier (années)	
Kilomètres parcourus comme policier dans la dernière année		- de 5 000	4 (18,2%)
		Entre 5 000 et 10 000	7 (31,8%)
		Entre 10 000 et 20 000	4 (18,2%)
		Entre 20 000 et 40 000	6 (27,3%)
		+ de 40 000	1 (4,5%)

(ii) Matériel

Questionnaires

L'étude comporte les questionnaires suivants :

- a) Group Embedded Figures Test (GEFT) (Oltman, Raskin et Witkin, 1971)
- b) Questionnaire de la Personnalité de Eysenck Révisé (QPER) (Eysenck, 1985, version française : Frigon, Bernard et Chiochio, 1993)
- c) Questionnaire de la Recherche de Sensations (RS) – version V de Zuckerman (1994) (Bergeron et Prud'homme, 1999)
- d) Questionnaire maison

a) Dans le GEFT, les participants doivent repérer une figure simple, qui sert de modèle, dans une figure géométrique plus complexe. Il est composé de deux sections semblables de neuf items chacune. Les participants disposent d'un délai maximal de 5 minutes pour compléter chacune des sections. Le test permet d'obtenir un score total, sur 18, en additionnant le nombre de figures simples repérées dans chacune des sections. Cette tâche permet d'évaluer la dépendance au champ visuel ; un score élevé indique une faible dépendance au champ visuel alors qu'un score faible indique une forte dépendance au champ visuel. Le GEFT présente une bonne homogénéité interne ($\alpha = 0,9$).

b) Le QPER est utilisé pour mesurer certaines variables de personnalité. Ce questionnaire auto-rapporté contient 100 items dichotomiques (oui/non) répartis en quatre dimensions distinctes : l'extraversion (23 items), le névrotisme (24

items), la psychose (32 items) et le mensonge (21 items). Un point est attribué à chaque réponse positive, sauf pour les items à correction négative, afin d'obtenir un score sur chacune des dimensions. La consistance interne des quatre dimensions du questionnaire est satisfaisante, variant de 0,76 à 0,90. Pour les fins de la présente étude, seule l'échelle d'extraversion sera utilisée.

c) Le questionnaire RS est composée de 40 items demandant aux participants de choisir entre une affirmation qui reflète un désir de sensation (ex. : *J'aime faire un voyage sans planifier d'itinéraire*) et une affirmation qui reflète une préférence pour plus d'organisation, de prudence ou de stabilité (ex. : *J'aime planifier avec soin l'horaire et l'itinéraire*). Les items sont répartis en 4 sous-échelles soit : (1) la désinhibition, (2) la susceptibilité à l'ennui, (3) la recherche d'excitation et d'aventure et (4) la recherche d'expérience. Le questionnaire permet de calculer un score pour chacune de ces sous-échelles, de même qu'un score global de recherche de sensation. L'échelle détient une bonne homogénéité interne ($\alpha = 0,82$).

d) Un questionnaire maison (voir annexe 1) a été élaboré afin d'évaluer le niveau de fatigue subjectif des participants (sur une échelle de type Likert de 1 (Pas du tout éveillé) à 7 (Totalemt éveillé)) et pour recueillir différentes informations socio-démographiques (sexe, âge, type de véhicule, etc.) et habitudes de conduite (km/année, conduite à grande vitesse, nombre de contraventions et d'accidents, etc.).

Simulateur de conduite

Le simulateur de conduite de l'Université de Montréal est composé d'une auto complète placée au milieu d'une pièce devant un écran courbé de 13 pieds par 9 pieds. Tous les éléments mécaniques de l'auto (volant, accélérateur, frein) fonctionnent et sont interactifs avec les simulations présentées aux participants. Un environnement interactif est projeté sur l'écran à l'aide d'un projecteur situé à l'arrière du véhicule. Cet environnement est composé de routes virtuelles et contient les éléments habituels d'un secteur routier tels que des panneaux de vitesse, des arrêts obligatoires, des feux de circulation, etc. (voir annexe 2).

(iii) Plan de l'expérience

Les sujets (n=22) doivent participer à deux séances d'expérimentations au Laboratoire de Simulation de Conduite. La première séance se déroule immédiatement après le dernier quart d'une série de trois ou quatre jours consécutifs de travail (condition A). La deuxième séance a quant à elle lieu immédiatement après le dernier quart d'une série de six ou sept nuits consécutives de travail (condition B)¹.

Au cours de ces séances, les participants doivent exécuter diverses tâches sur le simulateur de conduite :

¹ En raison de contingences de coordination avec l'équipe de l'hôpital Douglas et de la rigidité de l'horaire des policiers, il a été impossible de voir tous les participants après le même nombre de quarts de travail consécutifs.

- a) Temps de réaction en conduite (10 minutes)
- b) Trajet monotone (25 minutes)
- c) Poursuite (4 à 6 minutes)

a) Les participants effectuaient d'abord la tâche de temps de réaction en conduite simulée d'une durée de dix minutes. Dans celle-ci, les participants doivent circuler à 100km/h sur une route rectiligne et appuyer le plus rapidement possible sur le frein lorsqu'un stimulus (une silhouette de piéton) apparaît soudainement sur leur trajet.

b) Afin d'évaluer la sensibilité à la monotonie, les participants effectuent une tâche de conduite qui nécessite de maintenir une trajectoire et une vitesse constante pendant vingt-cinq minutes sur une route déserte. Des mesures de variation de la position latérale et de variation de vitesse sont compilées.

c) Finalement, afin de tester la vigilance des participants, une dernière tâche de simulation consiste à poursuivre et tenter de rattraper un véhicule-cible sur une route urbaine. Les participants doivent tenter de rattraper le véhicule le plus rapidement possible tout en évitant de causer des accidents. La durée de cette tâche varie selon la capacité des participants à rattraper le véhicule-cible mais ne dépasse jamais six minutes. Des mesures de vitesse moyenne, de vitesse maximale, de collisions et de sorties de route sont prises afin de déterminer la performance du participant et la prise de risque en situation d'urgence.

Déroulement

Lors de la condition A, les participants signaient d'abord le formulaire de consentement de l'étude (voir annexe 3) qui détaille les objectifs généraux de l'étude et assure la confidentialité des données recueillies. Ensuite, les participants remplissaient le questionnaire maison et l'expérimentateur administrait le GEFT. Les participants complétaient ensuite l'ensemble des tâches de simulation de conduite. Lors de la condition B, les participants complétaient les questionnaires RS et QPER avant de faire les mêmes tâches de simulation de conduite que lors de la première séance. Chacune des visites au laboratoire de simulation de conduite était d'une durée approximative de deux heures. À la fin de chacune des séances, l'expérimentateur remettait une compensation monétaire de 100\$, aux participants. Après la dernière séance, l'expérimentateur expliquait au participant les objectifs spécifiques de la recherche et répondait à ses questions.

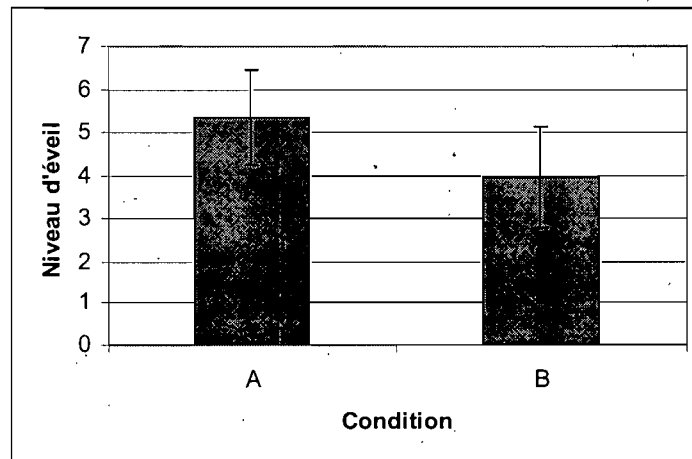
RÉSULTATS

Premier objectif

Analyses préalables

Avant de pouvoir tester les hypothèses reliées au premier objectif, il importait d'effectuer quelques analyses préalables afin de confirmer que l'état de fatigue accru des participants se traduisait en diminution significative des performances en conduite simulée.

Tout d'abord, il importait de vérifier si les participants ressentaient un état de fatigue accru lors de la condition expérimentale B. Avant chacune des séances, il était demandé aux participants d'évaluer leur niveau d'éveil sur une échelle de type Likert de 1 (Pas du tout éveillé) à 7 (Totalement éveillé). Un test t a donc été effectué pour tester les différences de moyenne entre les états d'éveils subjectifs des participants lors des deux conditions expérimentales. Les analyses démontrent que les participants se jugeaient significativement moins éveillés lors de la deuxième séance ($M = 3,95$, $ÉT = 1,17$) que lors de la première séance ($M = 5,35$, $ÉT = 1,09$, $t_{(19)} = 3,997$, $p < 0,01$) (voir figure 1).

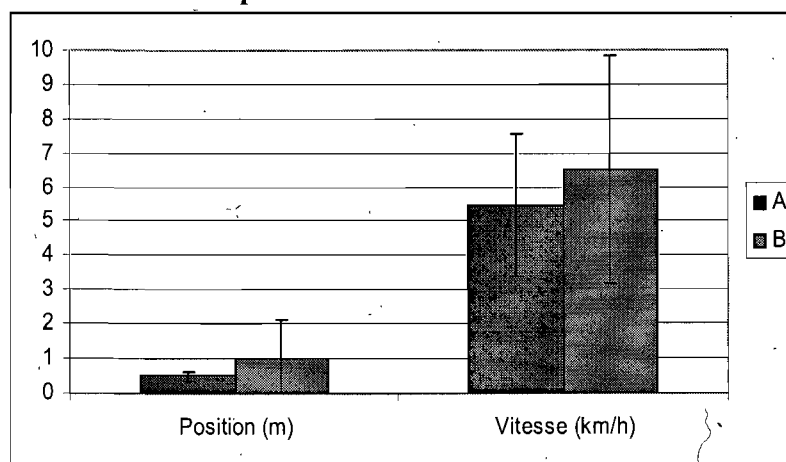
Figure 1. Différences de niveaux d'éveil selon la condition

Par la suite, les performances en conduite simulée ont été comparées entre les conditions expérimentales afin d'évaluer si l'état de fatigue accru causait des diminutions de performances observables et mesurables sur simulateur de conduite. Pour ce faire, les tâches de conduite sur une route monotone et de temps de réaction en conduite ont été utilisées car elles permettent d'évaluer adéquatement la vigilance et l'état de fatigue des participants. La tâche de poursuite a également été utilisée afin de vérifier les performances des participants en situation d'urgence en fonction de leur état de fatigue.

En ce qui concerne la tâche de conduite sur route monotone, les indicateurs de vigilance utilisés sont les mesures de variations de positions latérales et de variations de vitesse moyenne; de grands écarts types sur ces deux mesures signifient que les participants avaient de la difficulté à maintenir leur vigilance en situation monotone.

Des tests t ont été effectués sur les mesures d'écart type de la variation de la position latérale sur la route et d'écart type de la vitesse moyenne entre les deux conditions expérimentales. Les analyses effectuées démontrent que l'écart type de la position latérale dans la condition A ($M = 0,51$) est significativement plus petit que l'écart type de la position latérale de la condition B ($M = 0,98$, $t_{(21)} = -2,112$, $p < 0,05$). En ce qui a trait aux écarts types de vitesse, il n'y a pas de différences significatives entre la condition A ($M = 5,46$) et la condition B ($M = 6,50$, $t_{(21)} = -1,537$, $p = 0,139$) (voir figure 2).

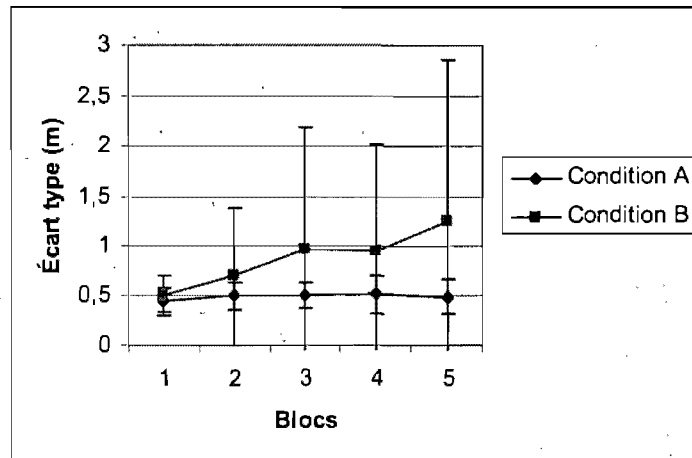
Figure 2. Différences des écarts types de position latérale et de vitesse selon la condition pour la tâche de conduite monotone



La tâche a par la suite été séparée en cinq blocs de cinq minutes chacun afin de déterminer à quel moment se produisaient les plus grande différences de vigilance entre les deux conditions expérimentales. Comme les différences de vitesse entre les deux conditions n'étaient pas significatives, seule la variation de la position latérale sur la route a été analysée.

Tout d'abord, une MANOVA à mesures répétées a été effectuée afin de déterminer si les performances des participants évoluaient au cours de la simulation de la même façon en fonction de la condition expérimentale. Les analyses indiquent la présence d'un effet principal de la condition ($F(21,1) = 4,51$, $p < 0,05$) et des blocs ($F(40,904, 1,948) = 4,85$, $p < 0,05$) sur la variation de l'écart type de la position latérale. Les analyses démontrent également la présence d'un effet d'interaction entre la condition expérimentale et les blocs sur l'écart type de la position latérale sur la route ($F(35,81, 1,705) = 4,193$, $p < 0,05$). Des analyses de contrastes ont par la suite été effectuées afin de déterminer où se situaient les différences les plus marquées entre les blocs selon la condition. Les analyses indiquent un effet d'interaction significatif au bloc 4 ($F(21,1) = 4,995$, $p < 0,05$) et au bloc 5 ($F(21,1) = 6,629$, $p < 0,05$) lorsque comparés au bloc 1. Comme l'effet d'interaction est significatif, les effets simples ont par la suite été analysés. Les analyses indiquent l'absence d'un effet simple des blocs sur la variation de la position latérale lors de la condition A ($F(21,1) = 1,099$, $p = ,306$). Les analyses démontrent toutefois la présence d'un effet simple des blocs sur la variation de la position latérale lors de la condition B ($F(38,035, 1,811) = 4,638$, $p < 0,05$). Les analyses de contrastes ont ensuite démontré que les performances se détériorent significativement dès le troisième bloc ($F(21,1) = 4,451$, $p < 0,05$) et continuent de se détériorer jusqu'au cinquième bloc ($F(21,1) = 5,916$, $p < 0,05$) (Voir figure 3).

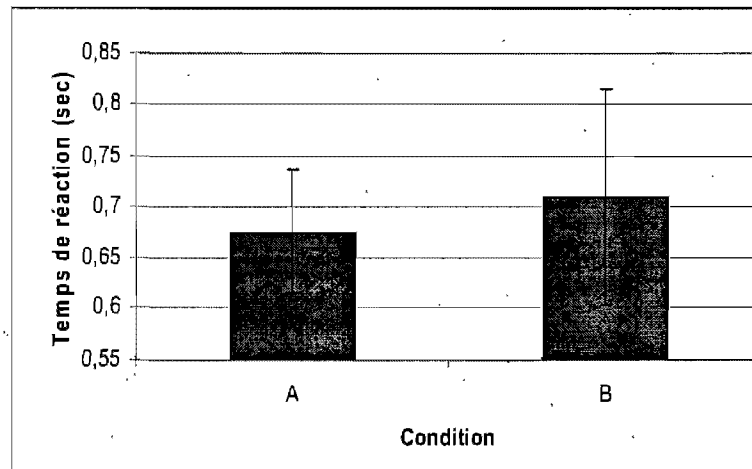
Figure 3. Évolution des variations des écarts types de position latérale selon la condition pour la tâche de conduite monotone



Les analyses ont ensuite été effectuées sur la tâche de temps de réaction sur route. Dans celle-ci, l'indicateur de fatigue est un temps de réaction entre l'apparition du stimulus cible et l'actionnement de la pédale de frein. En situation de fatigue accrue, il est attendu que les temps de réaction augmentent.

Des tests t ont été effectués sur les temps de réaction mesurés entre les deux conditions expérimentales. Les analyses effectuées démontrent que les temps de réaction sont significativement plus courts dans la condition A ($M = 0,6764$) que dans la condition B ($M = 0,7095$, $t_{(21)} = -2,397$, $p < 0,05$) (voir figure 4).

Figure 4. Différences des temps de réaction selon la condition pour la tâche de temps de réaction sur route



La dernière tâche évaluée est celle de la poursuite. Cette dernière se différencie des deux autres car l'environnement de simulation est très riche en stimulations externes. Des mesures de vitesses moyennes et du nombre d'accidents sont utilisées pour cette tâche. Des tests t pairés ont été effectués afin de déterminer si les performances des participants ont été affectées par la fatigue.

Les analyses indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les conditions A ($M = 2,81$) et B ($M = 3,14$) en ce qui a trait au nombre d'accidents ($t_{(20)} = -,607$, $p = ,551$) lors de la poursuite. Il n'y a pas non plus de différence significative en ce qui concerne la vitesse moyenne maintenue pendant la poursuite lors de la condition A ($M = 128,67$) comparativement à la condition B ($M = 133,31$, $t_{(20)} = -,827$, $p = ,418$).

En résumé, les analyses préliminaires effectuées confirment le postulat initial selon lequel les performances de conduite se dégraderaient lors de la

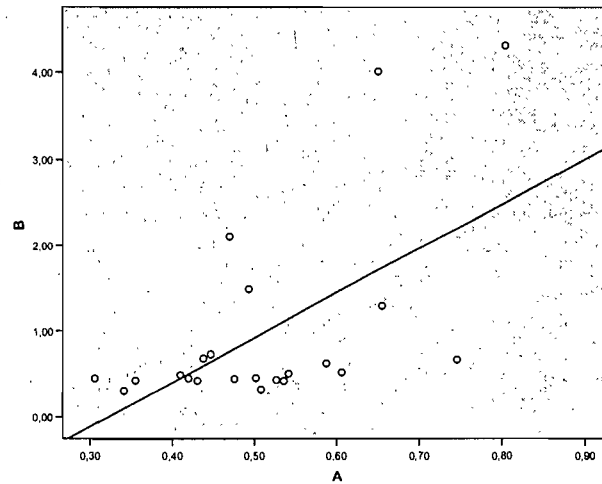
condition expérimentale B alors que les participants sont dans un état de fatigue accru, mais seulement en ce qui concerne les tâches de conduite monotone et de temps de réaction en conduite simulée. Ceci étant établi, la vérification des hypothèses se fera en fonction de ces deux tâches de simulation.

Sous-objectif 1 : Lien entre les conditions expérimentales

Dans le cadre du premier sous-objectif, les analyses visait à explorer les constantes intra-individuelles dans les performances de conduite afin de déterminer s'il est possible de prédire les performances de conduite dans la condition B à partir des résultats obtenus dans la condition A. Les analyses ont été effectuées sur les mêmes tâches de simulation de conduite décrites précédemment, soit la route monotone et les temps de réaction en conduite.

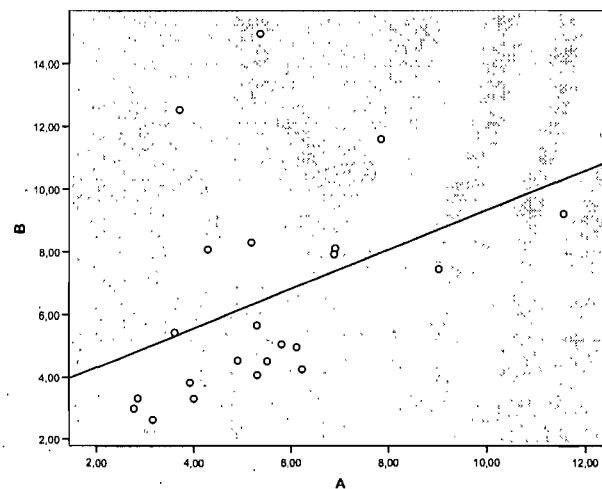
Les corrélations entre les écarts types de position latérale pour la tâche de conduite monotone entre les deux conditions expérimentales ont été examinées. Les analyses révèlent une forte corrélation positive entre les deux conditions sur cette variable ($r = ,586, p < 0,01$) (Voir figure 5).

Figure 5. Corrélations entre les écarts types des positions latérales des conditions A et B pour la tâche de conduite monotone



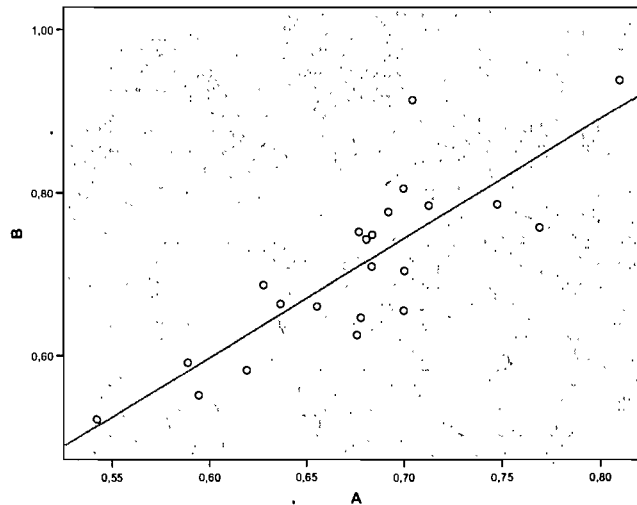
En ce qui concerne les écarts types de vitesse entre les deux conditions, les analyses révèlent également une corrélation positive significative entre les deux conditions, mais moins forte que pour la position latérale ($r = ,397$, $p < 0,1$) (voir figure 6).

Figure 6. Corrélations entre les écarts types de la vitesse des conditions A et B pour la tâche de conduite monotone



Enfin, en ce qui a trait à la tâche de temps de réaction en conduite simulée, les analyses démontrent également la présence d'une corrélation significative entre la condition A et la condition B ($r = ,830$, $p < 0,001$) (voir figure 7).

Figure 7. Corrélations entre les temps de réaction des conditions A et B pour la tâche de temps de réaction en conduite



Les analyses présentées appuient l'hypothèse selon laquelle des constantes intra-individuelles sont observables en ce qui a trait aux performances de conduite. En examinant les performances de conduite dans une situation de base, il est ainsi possible de prévoir les performances dans une situation de fatigue accrue.

*Sous-objectif 2 : Lien entre les performances de conduite et l'état de fatigue
subjectif*

Le second sous-objectif visait à vérifier si les performances des participants en conduite simulée sont reliées à l'état de fatigue subjectif des participants préalable à chacune des séances d'expérimentation. Pour ce faire, l'échelle d'évaluation du niveau d'éveil subjectif que les participants remplissaient avant de compléter les différentes tâches de simulation a été mise en relation avec les performances de conduite.

Les corrélations effectuées indiquent qu'il n'y a pas de lien significatif entre le niveau d'éveil perçu et les performances subséquentes dans les différentes tâches de conduite (voir tableau 2).

Tableau 2. Corrélations entre le niveau d'éveil subjectifs des participants et les mesures de fatigue au volant selon la condition

	ÉT position latérale	ÉT Vitesse	Temps de réaction
Niveau d'éveil condition A	,005 (p = ,982)	-,184 (p = ,436)	-,117 (p = ,623)
Niveau d'éveil condition B	-,095 (p = ,674)	-,145 (p = ,520)	-,045 (p = ,850)

Les résultats vont donc à l'encontre de ce qui avait été avancé dans les hypothèses, c'est-à-dire, que les performances en conduite simulée seraient directement liées à l'état de fatigue perçu par les participants.

Deuxième objectif

En examinant les performances des participants lors des deux conditions expérimentales, il a été constaté que les écarts types des différentes mesures prises sur simulateur étaient beaucoup plus grands lors de la condition B que lors de la condition A. Ainsi, alors que dans la condition A les performances semblent stables dans l'échantillon, dans la condition B, les participants se distinguent davantage et certains semblent très affectés par leur état de fatigue accru alors que d'autres ne le sont que très peu ou pas du tout. Dans le cadre du premier sous-objectif, les analyses tenteront d'identifier les participants les plus affectés par la condition expérimentale de fatigue accrue. En ce qui a trait au second sous-objectif, les analyses viseront à différencier les participants les plus vulnérables à la fatigue au volant en fonction de diverses variables psychologiques telles que l'extraversion, la recherche de sensations et la dépendance du champ.

Sous-objectif 1 : Différences individuelles au niveau des performances de conduite

Le premier sous-objectif vise à identifier les participants qui ont été les plus affectés par la condition expérimentale de fatigue accrue. Il s'agit d'identifier les participants qui ont vu leurs performances se dégrader significativement entre les deux conditions expérimentales. Pour ce faire, on a considéré qu'un participant dont les performances dans la condition B se détérioreraient d'un écart type ou plus par rapport à ses performances lors de la condition A, pour les mesures de

variations de la position latérale sur la tâche de route monotone et de temps de réaction en conduite simulée, serait considéré comme affecté par la condition de fatigue accrue.

L'écart type de la variation de la position latérale de l'échantillon total lors de la condition A est de 0,13. Huit participants ont eu une baisse de performance de 0,13 ou plus lors de la condition B. En ce qui concerne les temps de réaction en conduite simulée, l'écart type des temps de réaction lors de la condition A est de 0,6. Dans ce cas-ci, neuf participants ont eu une baisse de 0,6 ou plus lors de la condition B. En combinant les deux critères, on trouve sept participants qui ont vu leurs performances se détériorer significativement pour les deux tâches lors de la condition B (voir tableau 3).

Tableau 3. Variations des performances des participants affectés par la condition expérimentale de fatigue accrue

Participant	Position latérale			Temps de réaction		
	Condition A	Condition B	Différence	Condition A	Condition B	Différence
1	0,80	4,31	3,51	0,69	0,78	0,09
2	0,45	0,73	0,28	0,63	0,69	0,06
4	0,66	1,29	0,63	0,71	0,78	0,07
5	0,49	1,48	0,99	0,81	0,94	0,13
18	0,65	4,01	3,36	0,70	0,91	0,21
19	0,44	0,69	0,25	0,70	0,81	0,11
20	0,47	2,11	1,64	0,68	0,74	0,06

L'échantillon a ainsi pu être divisé en deux groupes ; celui des participants « affectés » par la condition de fatigue accrue comprenant sept participants et celui des participants « non-affectés » par la condition de fatigue accrue constitué des quinze autres participants. Les analyses démontrent qu'il n'y a pas de

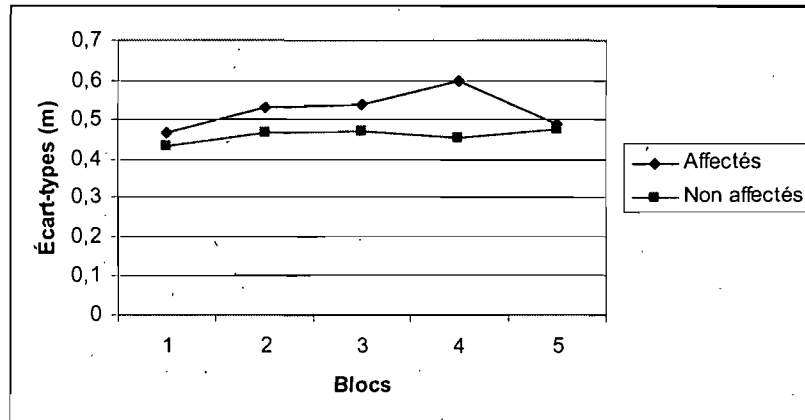
différences significatives entre les deux groupes lors de la condition A pour la mesure de variation de la position latérale sur la route monotone ($t_{(20)} = -1,415$, $p = ,173$) ni pour la mesure de temps de réaction en conduite simulée ($t_{(20)} = -1,516$, $p = ,145$). Par contre, tel qu'attendu, les performances entre les deux groupes sont très différentes lors de la condition B alors les différences sont significatives pour la mesure de variation de position latérale sur la route monotone ($t_{(20)} = -4,308$, $p < ,001$) ainsi que pour la mesure de temps de réaction en conduite simulée ($t_{(20)} = -3,774$, $p \leq ,001$). On peut également constater que les performances du groupe « non-affectés » sont stables entre les deux conditions alors qu'elles varient grandement pour le groupe « affectés » (voir tableau 4).

Tableau 4. Différences de performances entre les groupes « affectés » et « non-affectés » selon la condition

	Position latérale		Temps de réaction	
	Condition A	Condition B	Condition A	Condition B
Affectés	0,57	2,09	0,70	0,81
Non affectés	0,49	0,47	0,66	0,66

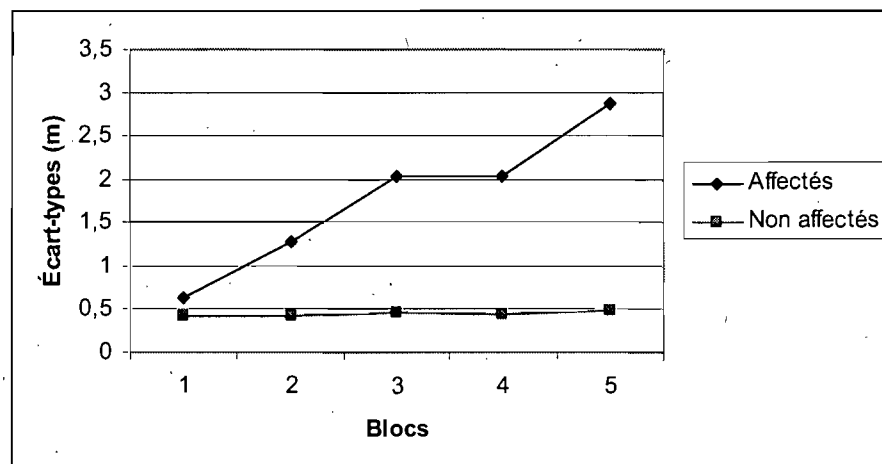
En divisant à nouveau la tâche de conduite monotone en cinq blocs de cinq minutes chacun, on peut observer l'évolution différentielle des deux groupes dans le temps lors des deux conditions expérimentales. Lors de la condition expérimentale A, les tests t effectués indiquent qu'il n'y a aucune différence significative entre les deux groupes, et ce, peu importe à quel moment pendant la tâche ($t_{(20)} =$ entre $-1,135$ et $-1,738$, $p =$ entre $,098$ et $,894$) (voir figure 8).

Figure 8. Évolution des variations des écarts types de position latérale entre les groupes « affectés » et « non-affectés » lors de la condition A pour la tâche de conduite monotone



Lorsque l'on observe l'évolution des performances lors de la condition B, on constate que les deux groupes diffèrent l'un de l'autre dès le premier bloc ($t_{(20)} = -2,701$, $p < ,05$) et que cette différence s'accroît jusqu'à atteindre un sommet lors du dernier bloc ($t_{(20)} = -4,504$, $p < ,001$) (voir figure 9).

Figure 9. Évolution des variations des écarts types de position latérale entre les groupes « affectés » et « non-affectés » lors de la condition B pour la tâche de conduite monotone



Les analyses effectuées révèlent que certains participants sont très affectés par leur état de fatigue accrue et que cet état produit une dégradation significative de leur performance en simulation de conduite. Ce groupe se distingue des autres participants de l'étude qui ont été en mesure de maintenir des performances stables par rapport à leur niveau de base malgré leur état de fatigue accrue. Les résultats appuient ainsi l'hypothèse initiale selon laquelle il serait possible d'identifier les participants les plus affectés par un état de fatigue accrue par le biais des mesures prises sur le simulateur de conduite.

Sous-objectif 2 : Variables psychologiques liées à la fatigue au volant

L'identification des participants les plus affectés par la fatigue accrue ne constituait toutefois que le premier pas vers un objectif clé de la présente étude soit de distinguer les participants les plus vulnérables à la fatigue au volant en fonction de différentes variables psychologiques. Principalement, les variables psychologiques ciblées sont celles qui ont déjà été identifiées comme facteurs dans la fatigue et la somnolence au volant par Thiffault et Bergeron (1997) soit l'extraversion, la recherche de sensations et la dépendance au champ visuel.

Avant de procéder aux analyses, il importe de mentionner quelques limites liées aux résultats observés sur les différentes échelles de mesure. D'abord, l'échelle d'extraversion comporte une faible variance alors que les scores observés ne varient qu'entre 14 et 21 ($M = 17,43$, $ÉT = 2,44$). Ces scores sont également élevés alors que le maximum possible est de 23. Les participants ne se

différencient que très peu aussi sur la mesure de dépendance du champ alors que les scores se regroupent principalement vers le maximum possible de 18.

En ce qui concerne le RS, les scores de la sous-échelle de susceptibilité à l'ennui sont plus faibles ($M = 2,29$) que pour les trois autres sous-échelles ($M =$ entre 5,14 et 7,90). La sous-échelle de susceptibilité à l'ennui est également la seule qui ne corrèle pas significativement avec le score total du RS ($r = ,202$, $p = ,380$).

Mesures de fatigue sur simulateur

Les scores de l'échelle d'extraversion, du RS et de ses sous-échelles ainsi que le score de dépendance au champ visuel ont été mis en relation avec les mesures de fatigue prises sur simulateur. Les analyses indiquent que seule la sous-échelle de recherche d'expérience du RS est liée significativement à la mesure des temps de réaction en conduite simulée ($r = -,464$, $p < ,05$). Les autres variables psychologiques ne sont pas corrélées significativement avec les mesures de fatigue prises sur simulateur de conduite (voir tableau 5).

Tableau 5. Corrélations entre les variables psychologiques et les mesures de fatigue prises sur simulateur de conduite

		ÉT position latérale	Temps de réaction
Extraversion		-,094, p = ,678	-,006, p = ,979
Recherche de sensations	Désinhibition	-,042, p = ,857	,194, p = ,401
	Susceptibilité à l'ennui	-,166, p = ,471	-,209, p = ,364
	Recherche d'excitation et d'aventure	-,078, p = ,737	-,196, p = ,396
	Recherche d'expérience	-,085, p = ,714	-,464, p < ,05*
	Score total	-,158, p = ,494	-,279, p = ,221
Dépendance du champ		,127, p = ,572	-,102, p = ,653

* Résultat significatif

Relations avec le fait de s'être endormi au volant dans la dernière année

Pour les fins des analyses subséquentes, deux groupes ont été créés sur la base du fait de s'être endormi ou non au volant au moins une fois au cours de la dernière année. Des ANOVA ont ensuite été effectuées en fonction de ces deux groupes (endormis vs non-endormis) sur les différentes variables psychologiques à l'étude (voir tableau 6).

Tableau 6. Moyennes sur les différentes variables psychologiques selon le groupe

		Endormis (n=5)	Non-endormis (n=17)	F
Extraversion		17,80	16,76	,414 p = ,527
Recherche de sensations	Désinhibition	6,40	4,75	3,775 p = ,067
	Susceptibilité à l'ennui	1,00	2,69	4,974 p < ,05*
	Recherche d'excitation et d'aventure	9,60	7,38	6,521 p < ,05*
	Recherche d'expérience	6,20	6,38	,44 p = ,836
	Score total	23,20	21,19	,973 p = ,336
Dépendance du champ		14,80	12,59	,869 p = ,362

* Résultat significatif

Les résultats des ANOVA ne révèlent aucun lien significatif entre le fait de s'être endormi au moins une fois au volant dans la dernière année et l'extraversion ($F(21,1) = ,414$, $p = ,527$) ni la dépendance du champ ($F(21,1) = ,869$, $p = ,362$). En ce qui a trait à la recherche de sensations, les participants du groupe « endormis » ont une moyenne significativement plus élevée ($M = 9,60$) sur la sous-échelle de recherche d'excitation et d'aventure du RS que les participants « non-endormis » ($M = 7,38$, $F(21,1) = 6,521$, $p < ,05$). Aussi, en considérant le postulat de Tukey selon lequel des résultats situés sous un seuil de signification de 0,15 peuvent être indicateur d'une tendance significative (Tukey, 1991), on constate que le groupe « endormis » ($M = 6,40$) semble se distinguer du groupe « non-endormis » ($M = 4,75$, $F(21,1) = 3,775$, $p = ,067$) en ce qui concerne la sous-échelle de désinhibition du RS. Ces résultats s'inscrivent dans l'hypothèse de départ selon laquelle les participants recherchant le plus de sensations seraient

plus vulnérables à la fatigue au volant. Toutefois, les résultats à la sous-échelle de susceptibilité à l'ennui du RS vont dans le sens contraire des précédents résultats. Les participants du groupe « endormis » ont une moyenne significativement plus faible sur cette mesure ($M = 1,00$) que les participants du groupe « non-endormis » ($M = 2,69$, $F(21,1) = 4,974$, $p < ,05$). Ce résultat va à l'encontre des hypothèses émises et sera abordé plus en profondeur dans la discussion.

DISCUSSION

Retour sur l'étude dans son ensemble

La présente étude tentait de mesurer les effets de la fatigue accrue sur la conduite d'un véhicule dans un environnement simulé. Pour ce faire, les participants, des policiers du SPVM, devaient se présenter au Laboratoire de Simulation de Conduite de l'Université de Montréal pour établir un niveau de base de leurs performances immédiatement après qu'ils aient travaillé plusieurs jours consécutifs (condition A). Ils effectuaient par la suite les mêmes tâches de simulation de conduite lors d'une deuxième séance, qui avait lieu immédiatement après une série de plusieurs nuits consécutives de travail (condition B). Cette deuxième séance avait donc lieu alors que les participants se trouvaient dans un état de fatigue accru.

L'étude comportait deux objectifs principaux. Le premier objectif était d'examiner la présence de constantes intra-individuelles dans les performances de conduite entre les deux conditions expérimentales et de vérifier l'exactitude de l'état de fatigue subjectif des participants en fonction des performances subséquentes en simulation de conduite. Il était postulé à prime abord que les performances des participants soient plus faibles lors de la condition B que lors de la condition A, en raison de leur état de fatigue accru. Les hypothèses stipulaient qu'il y aurait un lien positif entre les performances de conduite des participants lors de la condition A et celles de la condition B, et que plus les participants se

jugeraient fatigués préalablement aux séances expérimentales, plus leurs performances en conduite simulée se dégraderaient.

En ce qui a trait au second objectif, il consistait à explorer les différences individuelles quant à la vulnérabilité à la fatigue et la somnolence au volant. Dans un premier temps, il visait à identifier les participants les plus affectés par la condition expérimentale de fatigue accrue et, dans un deuxième temps, à les différencier des autres participants en fonction de diverses variables psychologiques telles que l'extraversion, la recherche de sensations et la dépendance du champ. Les hypothèses avançaient qu'il serait possible d'identifier les participants les plus affectés par un état de fatigue accrue par le biais de mesures prises en simulation de conduite et que ces derniers se différencieraient des autres en fonction des variables psychologiques mentionnées.

Les analyses ont donné lieu à des résultats mitigés en fonction des hypothèses avancées et il importe d'examiner plus en profondeur l'ensemble des résultats obtenus.

Différences entre les conditions expérimentales

Il importait au départ de s'assurer que les conditions expérimentales provoquaient l'effet escompté, c'est-à-dire, un état de fatigue accrue chez les participants lors de la condition B par rapport à la condition A. Cela a été vérifié à l'aide des niveaux d'éveils subjectifs des participants préalablement à chacune des

séances expérimentales. Les participants se sont jugés significativement moins éveillés lors de la condition B que lors de la condition A.

Cette baisse du niveau d'éveil s'est également traduite en baisse de performance lors de la condition expérimentale B. En effet, les temps de réaction des participants en conduite simulée ont augmenté, ce qui signifie que les participants avaient davantage de difficulté à rester alertes et donner une réponse rapidement lors de l'apparition d'un stimulus cible. La baisse de performance s'est également manifestée lors de la tâche de conduite sur route monotone alors que la variation des déplacements latéraux sur la route a augmenté grandement entre les deux conditions expérimentales. Cette tâche visait à tester la capacité des participants à maintenir un niveau d'attention suffisant pendant une longue période de temps en l'absence de stimulations externes.

Le niveau de fatigue accru ne semble toutefois pas avoir affecté la capacité des participants à maintenir leur vitesse constante dans la tâche de route monotone, contrairement à ce qui a déjà été observé en conduite réelle (i.e. Fairclough, 1997). Cela peut toutefois s'expliquer, entre autres, par certaines des caractéristiques de l'instrument de mesure, le simulateur de conduite. Même si le simulateur place les participants dans un environnement virtuel réaliste, certains paramètres du simulateur empêchent de créer un environnement reflétant complètement la conduite d'un véhicule réel. Ainsi, plusieurs facteurs présents en conduite réelle qui contribuent à affecter la capacité à maintenir une vitesse constante sur la route (friction des pneus sur la route, état de la chaussée, présence de vent, condition mécanique du véhicule, etc) sont absents dans la conduite du

simulateur. Il devient alors beaucoup plus aisé de maintenir une vitesse constante malgré un niveau attentionnel plus faible. Cela peut expliquer en partie pourquoi cette mesure n'a pas varié significativement entre les conditions.

La fatigue accrue n'a pas non plus affecté les performances des participants lors de la tâche de poursuite. Il semble donc que dans un environnement comportant beaucoup de stimuli externes, les participants soient capables de maintenir leur attention sur la route et de ne pas effectuer davantage d'erreurs malgré un état de fatigue accrue. Pour les policiers, on peut penser que les situations d'urgence provoquent une hausse de l'activation et du niveau de stress qui leur permet de bien réagir malgré la fatigue. Toutefois, la tâche que les policiers devaient accomplir dans le cas présent ne durait environ que cinq minutes. On peut se demander si les performances se seraient dégradées et si les erreurs se seraient multipliées si la tâche se prolongeait sur une période de temps plus longue.

Bien qu'attendues, les baisses de performances en ce qui a trait aux tâches de conduite monotone et de temps de réaction lors de la condition B soulèvent tout de même certaines préoccupations. Pour les policiers, une baisse significative du niveau attentionnel, provoquant notamment une augmentation des temps de réaction lors de la condition B, signifie que les participants sont susceptibles de commettre des erreurs d'inattention ou de causer des accidents lors de la conduite d'un véhicule de patrouille.

Dans le cas présent, une autre implication doit être considérée, soit celle du retour à la maison après le quart de travail. De nombreuses études ont démontré que plusieurs accidents reliés à la fatigue avaient lieu lors du trajet de retour au domicile (Lyznicki et al., 1998, Pack et al., 1995, Akerstedt et al., 2004). Il s'agit d'un parcours connu et qui ne comporte que très peu de stimulations pour le conducteur. Il est possible de croire que cela devient particulièrement problématique pour les policiers, qui peuvent être soumis à des situations de stress et à des environnements riches en stimulations avant de devoir conduire leur véhicule personnel dans un environnement pauvre en stimulations. Un autre facteur à considérer est que lors du retour à la maison après le quart de travail, les policiers sont souvent éveillés depuis plus d'une quinzaine d'heures, ce qui augmente leur état de fatigue. Certaines études ont d'ailleurs évalué que des périodes d'éveil prolongées (18,5h et 21h) provoquaient des effets nocifs sur la capacité à maintenir une trajectoire et une vitesse constante de la même ampleur que des taux d'alcoolémie de 0,05% et de 0,08%, respectivement (Arnedt et al., 2001). Si l'augmentation des déplacements latéraux observés sur la route monotone en simulation après les quarts de travaux de nuits était sans conséquences dans l'environnement virtuel, une telle variation de position latérale en conduite réelle provoquerait certainement des conséquences beaucoup plus graves. Toutefois, il importe d'apporter un bémol à cette conclusion. L'environnement de conduite monotone en simulation était bien plus contraignant qu'une situation de conduite réelle alors que la route demeurait rectiligne, qu'il n'y avait aucune autre automobile sur la route et qu'il était impossible pour les participants d'allumer la radio ou de baisser les fenêtres pour tenter de se garder éveillés.

Néanmoins, les analyses ont pu mettre en évidence une baisse significative des temps de réaction ainsi qu'une plus grande difficulté à maintenir son attention dans un environnement peu stimulant – plus particulièrement après les dix premières minutes - en condition de fatigue accrue. Ces résultats restent toutefois à nuancer en fonction des différences individuelles qui ont été observées et qui seront abordées un peu plus tard.

Constantes intra-individuelles

Des analyses subséquentes ont été effectuées afin de déterminer s'il y avait un lien entre les performances de conduite dans la condition A et celles de la condition B. Les analyses ont permis d'établir des liens positifs entre l'aptitude à maintenir une trajectoire et une vitesse constante dans la condition A et cette même aptitude dans la condition B. Un lien positif a également été observé en ce qui concerne la mesure des temps de réaction en conduite simulée. Ces résultats sont concordants avec les hypothèses formulées.

Les tâches de conduite sur route monotone et de temps de réaction en conduite simulée comportent peu de stimulations et sont donc à priori ennuyantes. Il semble ainsi que les participants démontrant une plus grande sensibilité à une tâche ennuyante lors de conditions contrôles sont également les plus affectés lorsqu'ils effectuent la même tâche dans un état de fatigue accrue. Cette conclusion est particulièrement intéressante car on peut supposer qu'il serait possible de prévoir les performances de conduite et surtout d'identifier les

participants les plus susceptibles à la fatigue et la somnolence au volant en n'examinant que les résultats d'une seule séance de simulation. Le simulateur de conduite pourrait alors servir d'instrument d'évaluation sans nécessité de placer les participants dans un état de fatigue accrue. Cela peut devenir utile lorsqu'il est nécessaire d'évaluer les aptitudes d'un individu avant de le placer dans une situation où des erreurs dues à la fatigue peuvent avoir de graves conséquences, comme c'est le cas pour les policiers. Ainsi, en ciblant les conducteurs les plus vulnérables à la fatigue, des mesures préventives peuvent être prises préalablement aux situations de travail réel pour les aider à faire face plus adéquatement à la fatigue. Par exemple, des formations pourraient être données aux individus vulnérables sur l'identification des signes précurseurs de fatigue et sur les tactiques à utiliser pour maintenir sa vigilance lors de la conduite d'un véhicule en situation de fatigue accrue.

Évaluation des niveaux d'éveil subjectifs

On demandait aux participants d'estimer leur niveau d'éveil préalablement à l'exécution des tâches sur simulateur lors de chacune des conditions de l'expérimentation. Les résultats ont démontré que les participants se sentaient significativement moins éveillés lors de la condition B que lors de la condition A, ce qui concordait avec ce qui était attendu puisque les participants étaient dans un état de fatigue accrue lors de la condition B. Toutefois, lorsque le niveau d'éveil perçu a été mis en lien avec les performances sur simulateur, aucune corrélation n'a été trouvée. À première vue, ce résultat peut paraître surprenant car il était attendu que moins les participants se jugeraient éveillés préalablement aux

expérimentations, moins leurs performances seraient bonnes. Or, il semble que les participants soient inaptes à juger adéquatement de leur niveau d'éveil et d'en évaluer les effets sur la conduite d'un véhicule.

Ces résultats s'inscrivent toutefois dans une pluralité d'études effectuées sur la validité des mesures de fatigue subjective et n'ayant pu établir de consensus sur le sujet. En effet, les résultats de certaines études effectuées sur simulateur ont révélé que le niveau de fatigue subjectif prédit les performances subséquentes en conduite simulée (Fairclough et Graham, 1999) alors que d'autres études n'ont pu observer un tel effet (Arnedt et al., 2001). On peut ainsi affirmer que davantage d'études sont nécessaires sur le sujet afin d'établir si la mesure de l'état subjectif de fatigue peut être une mesure efficace dans la prédiction des performances de conduite.

Néanmoins, si l'on se fie aux résultats de la présente étude, l'incapacité à juger de son niveau d'éveil et de ses effets sur les performances de conduite soulève certaines préoccupations. En effet, cela peut mener les conducteurs à ne pas prendre les moyens nécessaires pour s'adapter à leur état de fatigue ou à prendre le volant malgré un état de fatigue accrue. Ainsi, les risques d'accidents reliés à un manque de vigilance augmentent et ce, autant lors du quart de travail que lors du trajet de retour à la maison. De plus, même lorsqu'ils sont conscients de leur état de fatigue, les études démontrent que les gens ont tout de même tendance à continuer à conduire (Horne et Reyner, 1995 ; Nordbakke et Sasberg, 2007). Dans le cas des policiers, il pourrait donc être nécessaire de s'assurer qu'ils prennent des pauses ou, préférablement, changent de conducteurs à intervalles

réguliers pendant leurs quarts de travail, et ce, particulièrement lorsqu'ils travaillent plusieurs nuits consécutives.

Différences individuelles

Dans le cadre du deuxième objectif, l'étude tentait d'examiner les variations de performances des participants entre les deux conditions expérimentales pour identifier ceux qui sont les plus vulnérables à la fatigue au volant. Les analyses ont permis de constater que sept participants présentaient des dégradations de performances, lors de la condition B, de plus d'un écart type sur les mesures de variation de position latérale et de temps de réaction par rapport à la condition A. En comparaison, les performances des autres participants ($n = 15$) ne variaient que très peu ou pas du tout entre les conditions. L'étude a également permis de constater que les participants affectés par la fatigue accrue se distinguaient des autres dès les premières minutes de la tâche de route monotone. Ces résultats concordent avec les hypothèses émises et sont cohérents avec les études précédentes (i.e. Koegala, 1992) qui soulignent l'importance de prendre en considération les différences individuelles dans l'étude de la fatigue au volant.

Le simulateur de conduite s'est donc avéré un instrument efficace pour mesurer les différences individuelles dans la vulnérabilité à la fatigue au volant. Les mesures prises sur simulateur ont permis de faire des distinctions claires entre les participants affectés par la fatigue accrue et ceux qui ne l'ont pas été.

Variables psychologiques

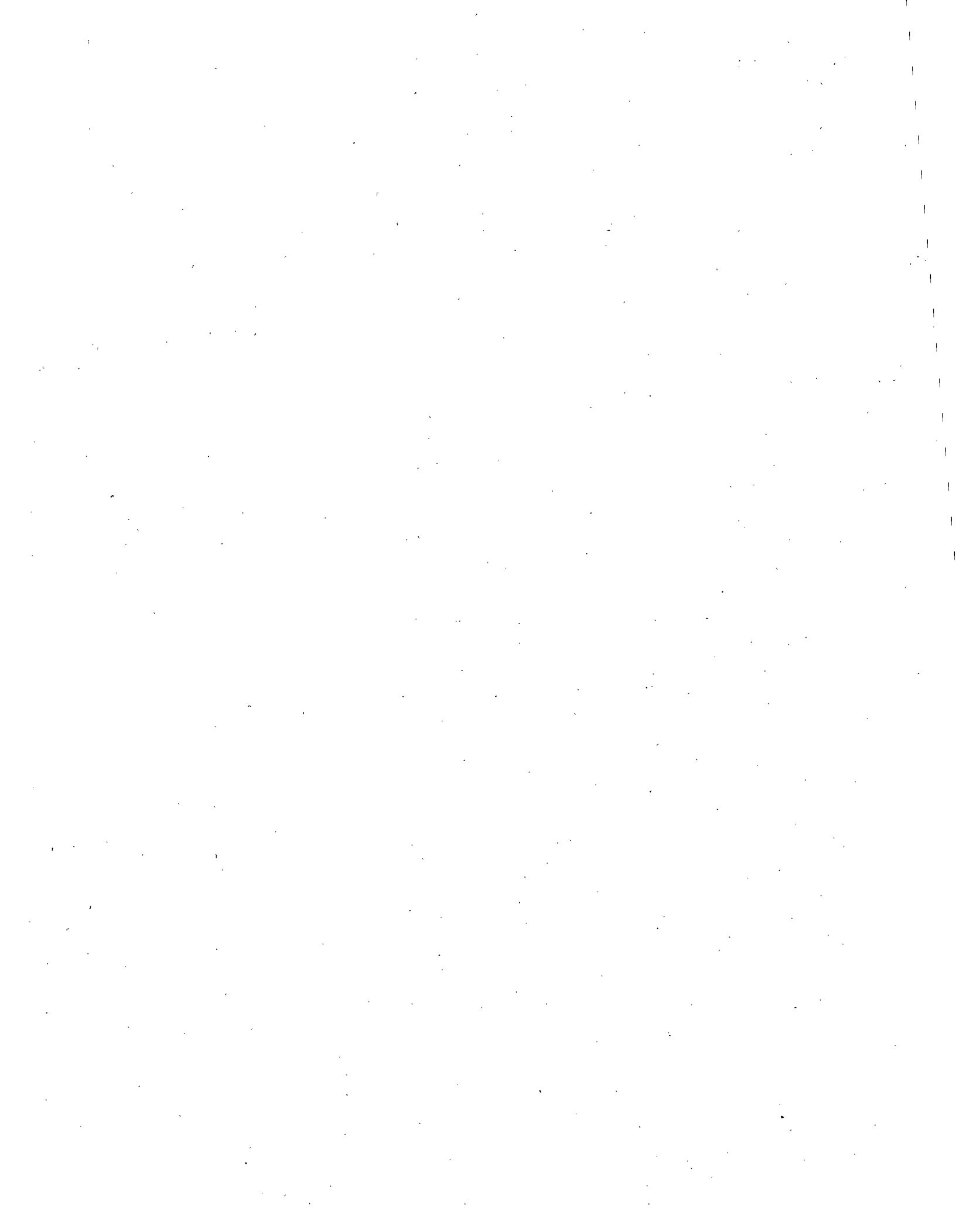
Après avoir déterminé que certains individus influençaient grandement la variance de l'échantillon sur les différentes mesures de performances et qu'ils étaient donc plus affectés par leur état de fatigue accrue, l'étude visait à examiner si la vulnérabilité à la fatigue au volant pouvait être liée à certaines variables psychologiques telles que l'extraversion, la recherche de sensations et la dépendance au champ visuel.

Les analyses portaient d'abord sur les relations entre ces variables psychologiques et les mesures de performances prises sur simulateur de conduite lors de la condition B. Les analyses ont démontré que la sous-échelle de recherche d'expérience du RS était liée significativement à la mesure des temps de réaction en conduite simulée. Toutes les autres variables psychologiques ont donné des résultats non significatifs lorsque mis en lien avec les mesures de performances du simulateur.

Contrairement à ce qui était attendu, il a donc été impossible de différencier les participants les plus affectés par la condition de fatigue accrue en fonction de plusieurs variables psychologiques. Les analyses se sont alors dirigées vers les données rétrospectives obtenues par le biais des questionnaires auto-administrés, sur le fait de s'être endormi au volant au moins une fois au cours de la dernière année.

Ces analyses ont permis d'établir un lien significatif entre la sous-échelle « recherche d'excitation et d'aventure » du RS et le fait de s'être endormi au volant. Une tendance significative (Tukey, 1991) a également été observée entre la sous-échelle « désinhibition » du RS et le fait de s'être endormi au volant. Ces résultats vont dans le sens des hypothèses alors qu'il était attendu que les participants qui recherchent le plus de sensations soient plus vulnérables à la somnolence au volant, puisque les épisodes de somnolence au volant se produisent normalement dans des environnements pauvres en stimulations externes, et donc ennuyeux.

De la même façon, on se serait attendu à ce que les participants s'étant déjà endormis au volant se disent également plus vulnérables à l'ennui. Toutefois, les analyses font ressortir une relation inverse dans le cas de la sous-échelle « susceptibilité à l'ennui » du RS. Ce résultat était théoriquement inattendu alors que les réponses à cette échelle auraient normalement dues être liées aux autres sous-échelles du RS. Toutefois, tel que mentionné précédemment, lorsque l'on regarde les corrélations entre les différentes sous-échelles, on constate que seule la sous-échelle de susceptibilité à l'ennui ne corrèle pas significativement avec les autres sous-échelles du RS. D'ailleurs, la moyenne des scores obtenus pour cette sous-échelle est également plus basse que les autres. À notre connaissance, aucune autre étude n'a observé de tels résultats en utilisant le RS. Il semble donc que l'échantillon des policiers présente des caractéristiques différentes en ce qui a trait à la recherche de sensations. Une explication possible à cette situation pourrait venir de la nature du travail des policiers. De par leur métier, les policiers doivent être des personnes qui recherchent des sensations, ayant à faire face à des



situations d'urgence et comportant un haut niveau de risque. Toutefois, il arrive aussi, particulièrement lors des quarts de nuit, qu'il y ait moins d'interventions à faire. Les policiers doivent donc également s'habituer à passer de longues périodes monotones et ennuyeuses. On peut ainsi envisager qu'ils soient des individus qui recherchent beaucoup les sensations tout en étant peu susceptible à l'ennui en raison des caractéristiques liées à leur métier. Par contre, la faible taille de l'échantillon ne permet pas de généraliser ces résultats à l'ensemble des policiers.

Malgré quelques liens significatifs entre des sous-échelles du RS et le fait de s'être endormi au volant dans la dernière année, le but principal de la présente recherche demeurait d'examiner les liens entre les performances de conduite observées dans la condition de fatigue accrue et les variables psychologiques à l'étude. Cet objectif n'a malheureusement pas pu être atteint, et ce, en raison de plusieurs facteurs qui méritent d'être mentionnés. Un des facteurs principaux est certainement la taille de l'échantillon qui était limitée à vingt-deux participants. Avec un échantillon plus important, la puissance statistique aurait été accrue et il aurait été intéressant de voir si certaines tendances observées se seraient concrétisées en liens significatifs et si d'autres résultats seraient ressortis.

Un autre facteur qui a pu entrer en ligne de compte dans les analyses est la faible variance sur les échelles d'extraversion et de dépendance du champ. Tel que déjà mentionné, les scores des participants étaient élevés et se regroupaient. Il devint difficile de faire des différences marquées entre les participants sur ces mesures et ainsi, les analyses tentées sur ces variables n'ont menées à aucun

résultat concluant. Ce facteur est relié au précédent alors qu'un échantillon de plus grande taille aurait possiblement permis d'obtenir une plus grande variance dans les réponses aux questionnaires.

Malgré les facteurs mentionnés ci-hauts, les résultats sont tout de même cohérents avec ce qui avait été trouvé dans l'étude de Thiffault et Bergeron (2003), sur laquelle la présente étude se basait. Cette étude avait également établi un lien significatif entre la sous-échelle de recherche d'expérience du RS et la vulnérabilité à la fatigue au volant en fonction des mesures prises sur simulateur.

Forces, limites et études futures

L'étude apporte de nombreuses contributions au domaine de la recherche sur la fatigue et les différences individuelles. L'étude se démarque notamment par la méthodologie adoptée. D'abord, le simulateur de conduite automobile s'est révélé un instrument de mesure efficace en ce qui concerne la détection de la fatigue au volant. Le simulateur a permis de placer l'ensemble des participants dans les mêmes conditions expérimentales et d'étudier des comportements qu'il aurait été difficile d'observer efficacement dans un environnement de conduite réel. Les mesures prises sur simulateur sont également très précises ce qui augmente la fiabilité des résultats et facilite les comparaisons entre les participants.

Un autre aspect de la méthodologie qui démarque la présente étude des autres est le type d'échantillon utilisé. Les policiers sont un groupe pertinent à

étudier en ce qui a trait à la fatigue au volant puisqu'ils sont soumis à un horaire de travail rotatif qui les oblige à travailler plusieurs quarts de nuits consécutifs. Cet horaire les contraint à conduire un véhicule dans des conditions de fatigue accrue. De plus, la nature de leur travail les place dans un environnement stressant où les erreurs dues à la fatigue peuvent avoir de graves conséquences. On saisit ainsi l'importance de bien comprendre les facteurs reliés à la somnolence au volant afin de limiter le nombre d'accidents routiers causés par un manque de vigilance en conduite.

Au point de vue des résultats, l'étude a permis d'observer des constantes intra-individuelles entre un état contrôle et un état de fatigue accrue chez les participants. Ce résultat pourrait mener à un dépistage plus efficace des personnes les plus vulnérables à la fatigue au volant à l'aide du simulateur de conduite. Aussi, l'étude alimente le débat quant à la validité de l'utilisation directe des mesures du niveau d'éveil subjectif sur la prédiction des performances de conduite subséquentes. Finalement, l'étude apporte des pistes en ce qui concerne les différences individuelles liées à la vulnérabilité à la fatigue au volant. L'étude a donc apporté une contribution significative au domaine de la recherche sur la fatigue au volant.

Malgré les résultats obtenus, la présente étude comporte certaines limites. On peut penser d'abord à la taille de l'échantillon qui est composé de seulement vingt-deux participants. Un échantillon plus grand aurait permis d'augmenter la puissance statistique des analyses effectuées. Il s'agit ici d'un point clé puisque la différenciation entre des groupes d'individus en fonction de variables

psychologiques requiert un grand nombre de participants. Dans le cas présent, seuls quelques résultats significatifs ont été obtenus et il serait pertinent d'étudier les différences individuelles avec un échantillon plus grand afin de déterminer si davantage de variables psychologiques jouent un rôle dans la vulnérabilité à la fatigue au volant.

Aussi, comme l'étude a observé une absence de liens entre le niveau d'éveil subjectif des participants et les performances de conduite, il sera pertinent d'obtenir davantage de précisions sur les données relatives à l'oscillateur circadien recueillies par l'équipe de recherche de l'hôpital Douglas². Ces données permettront de lier les performances observées sur simulateur de conduite avec les phases de l'oscillateur circadien des participants. L'équipe de recherche de l'hôpital Douglas demandait également aux participants de remplir un agenda de sommeil qui permettra d'en savoir davantage sur les habitudes de sommeil des participants. Ainsi, l'ajout de données physiologiques sur les participants permettra d'approfondir la relation entre l'état de fatigue et les performances de conduite. Par ailleurs, il serait pertinent de recueillir davantage de données sur ce qui s'est passé dans les quarts de travail précédant les phases d'expérimentation (nombre d'interventions, événements exceptionnels, surtemps, etc.) afin de s'assurer que les participants arrivent au laboratoire dans les mêmes conditions.

Au niveau méthodologique, on ne peut passer sous silence l'absence d'un contre-balancement entre les conditions expérimentales dans la présente étude. Cela fut impossible en raison des contraintes liées à l'horaire des policiers et de la

² Ces données ne sont pas disponibles présentement. Elles devraient être analysées au cours des prochains mois.

nécessité de coordonner l'étude sur simulateur avec les mesures physiologiques étudiées sur les mêmes participants par l'équipe de recherche de l'hôpital Douglas. Bien que les résultats des participants dans les tâches analysées ici ne semblent pas être influencées par un effet de pratique, le contre-balancement des conditions aurait tout de même permis de s'en assurer et de contrôler un effet éventuel de séquence. Dans le même ordre d'idée, un contre-balancement permettrait de réduire l'impact possible de certaines variables médiatrices non mesurées ; par exemple, la motivation à refaire les mêmes tâches de simulation une deuxième fois. Un contre-balancement des conditions expérimentales permettrait ainsi une analyse plus approfondie des différences et ressemblances entre les deux conditions expérimentales. Les études futures devraient donc effectuer un contre-balancement des conditions expérimentales.

Enfin, les études futures devront se consacrer à explorer davantage les relations entre certaines variables psychologiques et la vulnérabilité à la fatigue au volant tout en tenant compte des observations faites précédemment. Avec une compréhension plus claire des facteurs intrinsèques influençant la fatigue au volant, il deviendrait plus facile de dépister les conducteurs à risque. Cela pourrait être particulièrement utile dans le choix et la formation d'employés dans le domaine des transports.

CONCLUSION

La présente étude portait sur l'analyse des différences individuelles dans des situations où des sujets réalisent une tâche complexe alors qu'ils sont dans un état de fatigue. Dans le cas présent, il s'agissait de tâches de conduite effectuées sur un simulateur de conduite automobile. L'étude a permis de répondre partiellement aux objectifs fixés. La méthodologie utilisée a rendu possible l'observation et la mesure de comportements de fatigue au volant dans un environnement contrôlé. Ainsi, les conducteurs les plus affectés par la fatigue ont pu être identifiés clairement par le biais des mesures prises sur simulateur. Toutefois, peu de résultats sont ressortis sur les variables psychologiques qui caractérisent les individus les plus vulnérables à la fatigue, ce qui constituait un point central de la présente étude. Malgré tout, l'étude a permis d'établir des constantes intra-individuelles entre les performances de conduite lors d'une première situation et les performances subséquentes dans une condition de fatigue accrue. Les résultats contribuent également à soutenir les doutes de plusieurs chercheurs quant à la validité de la mesure du niveau d'éveil subjectif dans la prédiction des performances de conduite.

Considérant les résultats obtenus, on peut affirmer que la présente étude apporte une contribution significative au domaine de la recherche sur la fatigue au volant et les différences individuelles. L'étude des différences individuelles quant à la vulnérabilité à la fatigue au volant constitue un défi à relever pour les études futures. Une meilleure compréhension des variables psychologiques impliquées

dans le phénomène de la somnolence et de la fatigue au volant pourrait permettre de réduire le nombre d'accidents de la route reliés à ce facteur. Dans cette optique, les études futures pourront tenir compte des présents résultats afin d'apporter davantage de lumière sur le profil des conducteurs vulnérables à la fatigue.

RÉFÉRENCES

Akerstedt, T., Peters, B., Anund, A., & Kecklund, G. (2004). Impaired alertness and performance driving home from the night shift : A driving simulator study. *Journal of Sleep Research, 14*, 17-20.

Arnedt, J.T., Wilde, G.J.S., Munt, P.W., & MacLean, A.W. (2001). How do prolonged wakefulness and alcohol compare in the decrements they produce on a simulated driving task? *Accident Analysis and Prevention, 33*, 337-344.

Aviolo, B., Croeck, G., & Panek, P. (1985). Individual differences in information processing ability as a predictor of motor vehicle accidents. *Human Factors, 27*, 577-587.

Bergeron, J., & Prud'homme, K. (1999). Le questionnaire de recherche de sensations forme V de Zuckerman. Laboratoire de simulation de conduite, Université de Montréal, document inédit.

Boivin, D.B., Tremblay, G.M., & James, F.O. (2007) Working on atypical schedule. *Sleep medicine, 8 (6)*, 578-589.

Bonnet, M.H., & Moore, S.E. (1982). The threshold of sleep: Perception of sleep as a function of time asleep and auditory threshold. *Journal of sleep research and sleep medicine, 5 (3)*, 267-276.

Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1998). *D2 Test of Attention*. Hogrefe & Huber Publishers.

Brown, I.D. (1994). Driver fatigue. *Human Factors*, 36, 298-314.

Connor, J., Whitlock, G., Norton, R., & Jackson, R. (2001). The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies. *Accident Analysis and Prevention*, 33, 31-41.

Dalziel, J.R., & Job, R.F.S. (1997). Motor vehicle accidents, fatigue and optimism bias in taxi drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 29 (4), 489-494.

Dingès, D.F., & Mallis, M.M. (1998). Managing fatigue by drowsiness detection: can technological promises be realized? Dans L. Hartley (Ed.), *Managing fatigue in transportation* (pp. 209-229). Oxford: Elsevier Science Ltd.

Fairclough, S.H. (1997). Monitoring driver fatigue via driving performance. Dans Noy, Y. Ian (Ed.), *Ergonomics and safety of intelligent driver interfaces* (pp. 363-379). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Fairclough, S.H., & Graham, R. (1999). Impairment of driving performance caused by sleep deprivation or alcohol : A comparative study. *Human factors*, 41 (1), 118-128.

Fell, D.L., & Black, B. (1997). Driver fatigue in the city. *Accident Analysis and Prevention*, 29 (4), 463-469.

Frigon, J-Y., Bernard, & Chiochio, F. (1993). Traduction du EPQR : version expérimentale. Département de psychologie, Université de Montréal.

Koelega, H.S. (1992). Extraversion and vigilance : 30 years of inconsistencies. *Psychological Bulletin*, 112, 239-258.

Horne, J.A., & Baulk, S.D. (2004). Awareness of sleepiness when driving. *Psychophysiology*, 41, 161-165.

Horne, J.A., & Reyner, L.A. (1995). Sleep related vehicle accidents. *British Medical Journal*, 310 (6979), 565-567.

Lenné, M.G., Triggs, T.J., & Redman, J.R. (1997). Time of day variations in driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 29 (4), 431-437.

Lyznicki, J.M., Doege, T.C., Davis, R.M., & Williams, M.A. (1998). Sleepiness, driving, and motor vehicle crashes. *Journal of the American Medical Association*, 279 (23), 1908-1913.

Mackie, R.R. (1987). Vigilance research: Are we ready for countermeasures? *Human factors*, 29, 707-723.

McKenna, F.P., Duncan, J., & Brown, I.D. (1996). Cognitive abilities and safety on the road : a re-examination of individual differences in dichotic listening and search for embedded figures. *Ergonomics*, 29, 649-663.

Nordbakke, S., & Sasberg, F. (2007). Sleepy at the wheel : Knowledge, symptoms and behaviour among car drivers. *Transportation Research Part F*, 10, 1-10.

Oltman, P.K., Raskin, E., & Witkin, H.A. (1971). *Group Embedded Figures Test*. Consulting Psychologists Press, Inc., Palo Alto, Californie, U.S.A.

Pack, A.I., Pack, A.M., Rodgman, E., Cucchiara, A., Dinges, D.F., & Schwab, C.W. (1995). Characteristics of crashes attributed to the driver having fallen asleep. *Accident Analysis and Prevention*, 27 (6), 769-775.

Philip, P., Taillard, J., Klein, E., Sagaspe, P., Charles, A., Davies, W.L., Guilleminault, C., & Bioulac, B. (2003). Effect of fatigue on performance measured by a driving simulator in automobile drivers. *Journal of Psychosomatic Research*, 55, 197-200.

Richer, I., Théorêt, G., & Bergeron, J. (2007). Differentiating aggressive driving and risky driving by means of self-report measures and behaviours on a driving simulator. Dans : *Proceedings of the XVIIth Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference*, Montréal, Canada.

Sagberg, F. (1999). Road accidents caused by drivers falling asleep. *Accident Analysis and Prevention*, 31, 639-649.

Shen, J., Bolty, L.C.P., Chung, S.A., Gibbs, A.L., Sabanadzovic, S., Shapiro, C.M., (2006). Fatigue and shift work. *Journal of Sleep Research*, 15, 1-5.

Smith, S., Carrington, M., & Trinder, J. (2005). Subjective and predicted sleepiness while driving in young adults. *Accident Analysis and Prevention*, 37, 1066-1073.

Stutts, J.C., Wilkins, J.W., Osberg, J.S., & Bradley, V.V. (2003). Driver risk factors for sleep-related crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 321-331.

Thiffault, P., & Bergeron, J. (1997). Vigilance et conduite sur autoroute : Différences interindividuelles et résistance à la monotonie. Dans: *Proceedings of the Xth Canadian Multidisciplinary Conference on Road Safety* (pp. 454-464). Toronto, Canada.

Thiffault, P., & Bergeron, J. (2003). Fatigue and individual differences in monotonous simulated driving. *Personality and individual differences*, 34, 159-176.

Tukey, J.W., (1991). The philosophy in multiple comparisons. *Statistical science*, 6, 100-116.

Zuckerman, M. (1979). *Sensation seeking : Beyond the optimal level of arousal.*

London : Lawrence Erlbaum Associates.

ANNEXES

Annexe 1. Questionnaire maison

Renseignements Généraux

Sauf exceptions indiquées dans le texte, ne donnez **pas plus d'une réponse à une question.**

- | | |
|--|--|
| <p>1. a) Âge : ____ ans</p> <p>b) Sexe : <input type="checkbox"/> M
<input type="checkbox"/> F</p> | <p>2. a) Occupation principale : <input type="checkbox"/> Étudiant(e) <input type="checkbox"/> Travailleur(se) Autre
(précisez) : _____</p> <p>b) Plus haut niveau de scolarité complété : <input type="checkbox"/> Secondaire <input type="checkbox"/> Cégep</p> |
|--|--|

- 3.
- | |
|---|
| <p>a) Possédez-vous un véhicule ? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p>b) Si oui, décrivez votre véhicule (si vous possédez ou conduisez plus d'un véhicule, décrivez celui que vous conduisez le plus souvent) :</p> <p>1 Type de véhicule : <input type="checkbox"/> Voiture <input type="checkbox"/> Camion <input type="checkbox"/> Moto</p> <p>2 Fabriquant : _____ Modèle : _____</p> <p>3 Année : _____</p> <p>4 Selon vous, ce véhicule est : <input type="checkbox"/> Petit <input type="checkbox"/> Intermédiaire <input type="checkbox"/> Gros</p> <p>5 Selon vous, est-ce un véhicule sport (en performance ou en apparence) ?
<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> |
|---|

4. a) À quel âge avez-vous obtenu votre premier permis de conduire ? ____ ans
- b) Depuis combien d'années conduisez-vous ? ____ ans
- c) Quel type de permis de conduire possédez-vous ?
 Permis régulier Permis probatoire Permis d'apprenti conducteur

Répondez aux questions suivantes en fonction de votre conduite en dehors de votre métier de policier

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

0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5 ----- 6 ----- 7

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

moins de 20 kilomètres entre 50 et 150 kilomètres plus de 300 kilomètres
 entre 20 et 50 kilomètres entre 150 et 300 kilomètres

- f) Au cours des 12 derniers mois, combien de kilomètres avez-vous parcourus ?

moins de 5 000 kilomètres entre 20 000 et 40 000 kilomètres
 entre 5 000 et 10 000 kilomètres plus de 40 000 kilomètres
 entre 10 000 et 20 000 kilomètres

Renseignements Généraux (suite)

g) Comment évaluez-vous vos habiletés de conducteurs (de 1 à 10)?

faibles moyennes excellentes
 1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

h) De manière générale, conduisez-vous rapidement ?

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

i) Dépassez-vous les limites de vitesse prescrites sur l'autoroute (100 km/h) ?

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

j) Avez-vous eu des contraventions depuis les deux dernières années (**autres que stationnement**) ?

OUI NON

Si oui, quel est le nombre et le type de contraventions (ex : excès de vitesse, brûler un feu de circulation, etc.) que vous avez eus ?

1- _____

2- _____

3- _____

4- _____

5- _____

k) Avez-vous eu des accidents (mineurs ou majeurs) depuis les deux dernières années ?

OUI NON

Si oui, combien? _____

l) Au cours de la dernière année, vous est-il arrivé de vous endormir lorsque vous conduisiez?

OUI NON

Si oui, combien de fois? _____

Renseignements Généraux police

1. Depuis combien d'années travaillez-vous comme policier? _____

2. Quelle fonction principale occupez-vous? _____

3. À quel poste travaillez-vous (# du poste)? _____

4. Au cours des 12 derniers mois, combien de jours par semaine avez-vous conduit en moyenne, en tant que policier?

0 ----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5 ----- 6 ----- 7

5. Combien de kilomètres parcourez-vous par semaine (en moyenne) en tant que policier ?

moins de 20 kilomètres entre 50 et 150 kilomètres plus de 300 kilomètres
 entre 20 et 50 kilomètres entre 150 et 300 kilomètres

6. Au cours des 12 derniers mois, combien de kilomètres avez-vous parcourus en tant que policier ?

moins de 5 000 kilomètres entre 20 000 et 40 000 kilomètres
 entre 5 000 et 10 000 kilomètres plus de 40 000 kilomètres
 entre 10 000 et 20 000 kilomètres

Numéro de participant : _____

Date : _____

Informations sur le participant

Nombre d'heures de sommeil avant le quart de travail : _____

Nombre d'heures d'éveil : _____

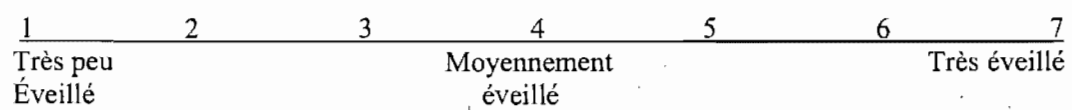
Nombre d'heures depuis le dernier repas : _____

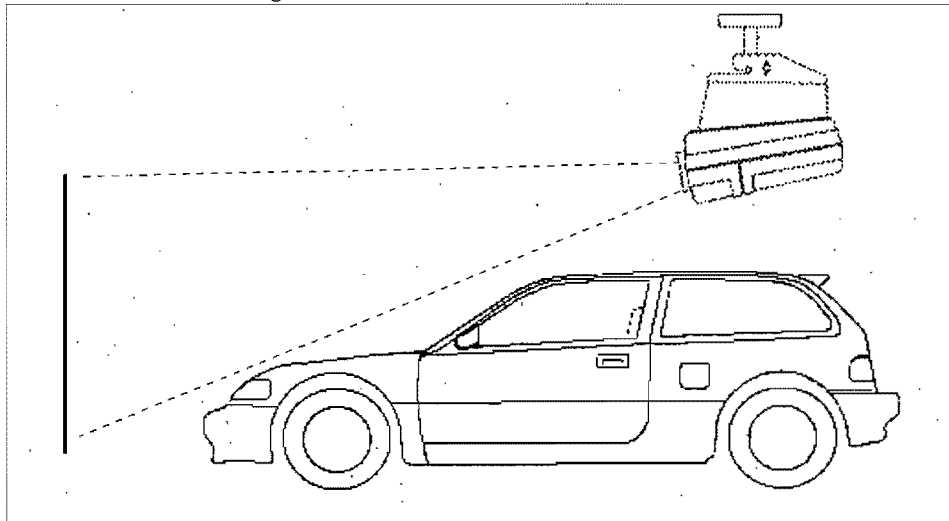
Quantité de café consommée : _____

Quantité de boissons énergisantes consommées : _____

Autres renseignements pertinents :

À quel point vous sentez-vous éveillé?



Annexe 2. Schéma du simulateur de conduite**Figure 10. Schéma du simulateur de conduite**

Annexe 3. Formulaire de consentement

**Laboratoire de simulation de conduite
de l'Université de Montréal**

**Université 
de Montréal**

Formulaire d'information et de consentement du participant

Titre de l'étude : **Évaluation des habiletés de conduite en fonction de
l'oscillateur circadien : une étude sur simulateur de conduite**

Chercheurs responsables

Jacques Bergeron, directeur
Laboratoire de simulation de conduite
Université de Montréal

Diane Boivin, directrice
Centre d'étude et de traitement des rythmes
circadiens, Hôpital Douglas

Assistants de recherche

Guillaume Théorêt
Martin Paquette
Marie-Ève Moreau
Olivier Bégin-Caouette

Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude est de procéder à des observations sur simulateur de conduite de façon à identifier les habiletés de conduite de personnes soumises à des horaires irréguliers de travail, en rapport avec des mesures physiologiques et comportementales de fatigue au volant.

Description de votre participation à l'étude

Si vous décidez de participer à cette étude, vous serez invité à participer à deux sessions expérimentales sur simulateur de conduite visant à mettre en relation vos habiletés de conduite et les phases de l'oscillateur circadien, c'est-à-dire l'évaluation des variations périodiques de fatigue et de vigilance au cours d'une journée. Des enregistrements audiovisuels seront pris pendant l'expérimentation. On vous demandera aussi de répondre à des questionnaires sur vos sentiments, vos opinions et vos habitudes en général, et en rapport avec différentes situations de conduite automobile.

En plus des deux sessions au laboratoire de simulation de conduite d'une durée moyenne de deux heures et demie chacune, vous aurez à prélever des échantillons d'urine pendant les 48 heures précédant et suivant chaque session.

Critères d'exclusion

Récemment l'équipe de recherche de l'Hôpital Douglas (Centre d'étude et de traitement des rythmes circadiens) qui collabore à la présente étude, vous a fait passer des examens médicaux confirmant votre bon état de santé et l'absence de maladies chroniques. S'il y a eu des modifications à ce sujet depuis ces examens, veuillez nous en avvertir car seules les personnes présentement en bonne santé peuvent participer à l'étude.

Risques et inconforts

Il n'existe aucun danger à s'impliquer dans cette étude. L'environnement de conduite automobile simulée représente des situations de conduite de la vie quotidienne. Toutefois, cela n'exclut pas entièrement la possibilité que certains inconforts émotionnels puissent survenir. De plus, certains individus peuvent ressentir le mal des transports au cours de la simulation. Si cela se produit, avisez-nous et nous ferons cesser immédiatement l'expérimentation.

Bénéfices potentiels

Vous ne retirerez aucun bénéfice pour votre participation à cette étude. Nous croyons cependant que votre participation au projet aidera à faire avancer les connaissances sur les relations entre les horaires de travail et la fatigue au volant.

Compensation

Un montant d'argent de 100 \$ sera alloué à chaque sujet participant à l'étude.

Participation volontaire / retrait de l'étude

Votre décision de participer à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes libre d'interrompre votre participation à n'importe quel moment sans avoir à donner de raison et cela, sans aucune conséquence négative.

Confidentialité

Les données recueillies seront uniquement analysées à des fins de recherche scientifique. Votre dossier sera strictement confidentiel et seules les personnes impliquées dans ce projet y auront accès. Tous vos fichiers de données seront identifiés par un code et non par votre nom. Les informations contenues dans votre dossier ne seront transmises à personne.

Les données personnelles seront détruites sept ans après la fin du projet. Seules les données ne permettant pas de vous identifier pourront être conservées après cette période, le temps nécessaire à leur utilisation dans le cadre de ce projet.

Nous prévoyons décrire les résultats globaux de cette étude lors de conférences scientifiques et/ou dans des revues spécialisées. Les résultats et les conclusions seront exprimés en fonction de l'ensemble des participants, et il sera impossible d'identifier l'une ou l'autre des personnes ayant participé à l'étude.

Si vous avez des questions concernant la présente étude, vous pouvez contacter le Professeur Jacques Bergeron qui est en charge du projet au [information retirée / information withdrawn]

Consentement éclairé

Je, (nom) _____ accepte de participer à l'étude *Évaluation des habiletés de conduite en fonction de l'oscillateur circadien : une étude sur simulateur de conduite.*

Ma participation à cette étude est volontaire.

Je déclare que l'on m'a expliqué et que je comprends la procédure de cette étude.

Signature : _____ Date : _____

Témoin : _____ Date : _____

Autorisation à utiliser les enregistrements audiovisuels

Je, (nom) _____ donne la permission aux chercheurs de la présente étude d'utiliser pendant une période limitée de cinq ans, les enregistrements audiovisuels pris lors de la tâche de simulation de conduite. Je suis au courant que ces enregistrements ne serviront qu'aux fins de cette étude.

Signature : _____ Date : _____

Témoin : _____ Date : _____

**Formulaire de confidentialité à l'intention des chercheurs
et des assistants de recherche**

Projet : Évaluation des habiletés de conduite en fonction de l'oscillateur circadien : une étude sur simulateur de conduite

Je, (nom) _____ par la présente, m'engage à ne pas divulguer d'informations concernant le contenu des mesures observées dans le cadre du projet *Évaluation des habiletés de conduite en fonction de l'oscillateur circadien : une étude sur simulateur de conduite*. Je m'engage à la confidentialité, dans le cadre de toute tâche qui me sera assignée et qui touchera de près ou de loin les informations personnelles des individus ayant participé à l'étude.

Date : _____ Signature : _____

.....
Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (514) 343-2100 ou à l'adresse courriel ombudsman@umontreal.ca (l'ombudsman accepte les appels à frais virés).