



IBSR

Somnolence au volant

Analyse de l'ampleur et des caractéristiques de la
somnolence chez les conducteurs Belges.

Remerciements

L'auteur et l'Institut Belge pour la Sécurité Routière tiennent à remercier les personnes et organisations suivantes pour leur contribution très appréciée à cette étude:

- Le Service Public Fédéral Mobilité, qui a fourni les ressources financières pour cette étude.
- Les participants au questionnaire.
- Profacts, qui a géré le questionnaire en ligne.
- Anna Anund du Swedish National Road and Transport Research Institute, reviewer externe de la version préliminaire de ce rapport, et Mark Tant, reviewer interne à l'IBSR. La responsabilité du contenu de ce rapport incombe seule à l'auteur.
- François Riguelle, Peter Silverans et Wouter van den Berghe, qui ont supervisé l'étude et qui ont assuré le contrôle finale de la qualité.
- Les autres collègues ayant contribué à cette étude, en particulier : Ludo Kluppels et Myriam Adriaensen (discussion sur les résultats) ; Katrien Torfs et Sofie Boets (conception et implémentation du questionnaire) et Natalie Stuyck et Ria de Geyter (layout).
- Nos collègues Alexandre Lefebvre et Véronique Verhoeven et la société « Elan Language » pour la traduction, ainsi que nos collègue Anne Marioné pour la relecture.

Somnolence au volant Analyse de l'ampleur et des caractéristiques de la somnolence chez les conducteurs Belges.

Onderzoeksrapport nr. 2015-R-06-FR

D/2015/0779/37

Auteurs: Kevin Diependaele

Editeur responsable : Karin Genoe

Editeur : Institut Belge pour la Sécurité Routière – Centre de Connaissance Sécurité Routière

Date de publication : 22/07/2015

Veillez faire référence au présent document de la manière suivante : Diependaele K (2015) Somnolence au volant. Analyse de l'ampleur et des caractéristiques de la somnolence chez les conducteurs Belges. Bruxelles, Belgique : Institut Belge pour la Sécurité Routière – Centre de Connaissance Sécurité Routière.

Dit rapport is eveneens beschikbaar in het Nederlands onder de titel: Slaperig achter het stuur. Analyse van de omvang en de kenmerken van slaperigheid bij Belgische automobilisten.

This report is also available in English with the title: Sleepy at the wheel. Analysis of the extent and characteristics of sleepiness among Belgian car drivers

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	3
Summary	9
1 Introduction	15
2 Méthode	18
3 Résultats	20
3.1 Prévalence de la somnolence du conducteur	20
3.2 Analyse de régression multiple	21
3.2.1 L'âge du conducteur	23
3.2.2 L'heure de départ	23
3.2.3 La distance du trajet	25
3.2.4 La consommation d'alcool avant la conduite	26
3.2.5 La durée du sommeil	27
3.2.6 La cohérence du cycle veille-sommeil	28
3.2.7 La somnolence diurne	29
3.2.8 La fréquence de conduite	30
3.2.9 Historique d'accidents	31
3.3 Analyses distributionnelles	31
3.3.1 Le régime d'emploi	32
3.3.2 Le niveau d'études	32
3.4 L'activité professionnelle	33
3.4.1 Les causes de fatigue mentale	33
3.4.2 Les actions entreprises pour prévenir ou combattre la somnolence du conducteur	34
4 Discussion	36
4.1 Principaux résultats	36
4.2 Comparaison avec d'autres études	37
4.2.1 Prévalence de la somnolence du conducteur	37
4.2.2 Les associations avec la somnolence du conducteur	38
4.3 Portée des résultats	40
5 Conclusions et recommandations	43

RÉSUMÉ

Introduction

Les accidents de véhicules à moteur causés par la somnolence au volant du conducteur sont souvent graves. Ils surviennent habituellement sur des voies rapides monotones et impliquent généralement un véhicule qui dévie et percute un obstacle à toute vitesse. Selon différentes estimations internationales, près de 20% des accidents graves dans la circulation seraient dû à la somnolence au volant. La proportion de ce type de sinistres est similaire au taux d'accidents sous l'influence de l'alcool (25% selon le projet européen SafetyNet 2009).

Mesurer la prévalence de la somnolence au volant et son rôle dans les accidents n'est toutefois pas évident. La principale raison est qu'il n'existe pas de protocoles de mesure fiables. En effet, premièrement, il est très difficile de faire une estimation de la somnolence au volant uniquement sur la base de caractéristiques physiques (surtout après un accident) et deuxièmement, lorsque les conducteurs impliqués dans un accident peuvent être interrogés, ils déclarent rarement s'être endormi au volant – soit parce qu'ils n'en sont pas conscients soit parce qu'ils ne veulent pas le faire. Par conséquent, les rapports d'accidents sont généralement peu précis concernant ce facteur et peu de données sont disponibles concernant l'implication de la somnolence au volant.

La majorité des études internationales mesurent la prévalence générale de la somnolence au volant selon un intervalle de temps relativement large. Par exemple, la mesure d'attitudes de l'IBSR de 2012 demandait aux répondants : « *A quelle fréquence vous êtes-vous senti fatigué et somnolent au volant au cours de l'année écoulée ?* » (Meesmann and Boets, 2014). Il apparaît que 58% des conducteurs se sont sentis somnolents au moins une fois. Même si un tel pourcentage est informatif, il porte sur le taux de somnolence au volant pour tous les trajets d'un conducteur sur l'ensemble de l'année. Ceci n'aborde donc pas la question critique de savoir à quelle fréquence les conducteurs ressentent somnolence à un moment donné.

Le but de la présente étude est double. Le premier objectif est d'obtenir une estimation de la prévalence de la somnolence au volant parmi les automobilistes belges *sur base des déplacements*. La somnolence est mesurée suivant un trajet d'un point A à un point B plutôt que sur la base d'un intervalle de temps (au cours des 12 derniers mois par exemple). Ce type de mesure peut être comparée au test d'alcoolémie effectué sur les conducteurs lors d'un contrôle de police (Riguelle, 2014 par exemple). L'étude actuelle a recours à une nouvelle méthodologie : un questionnaire en ligne invite les conducteurs à réfléchir à un trajet individuel effectué au cours des dernières 24 heures et à indiquer le degré de somnolence rencontré au cours de leur voyage sur la base de l'échelle de somnolence de Karolinska (*Karolinska Sleepiness Scale ; KSS*). Cette nouvelle méthodologie réduit le risque de biais méthodologique (ne pas admettre la somnolence au volant) car elle évite un contact direct entre les répondants et les chercheurs (comme le long de la route par exemple). De plus, cette méthode permet d'atteindre un large échantillon de conducteurs représentatif de la population d'automobilistes belges.

Le second objectif de notre étude est de comprendre la prévalence de la somnolence au volant chez les automobilistes belges par le biais d'un large éventail de variables contextuelles telles que : les caractéristiques de la trajectoire, leurs habitudes de sommeil, leur comportement au volant et les variables sociodémographiques. La somnolence chronique est évaluée via l'échelle de somnolence d'Epworth (*Epworth Sleepiness Scale ; ESS ; Johns, 1991*).

Méthode

L'IBSR a organisé une étude en ligne entre le 15 juin et le 15 juillet 2014. Plus de 2.500 répondants sur un panel de 130.000 individus ont participé à cette étude. Au début de l'étude, les participants indiquaient s'ils avaient conduit une voiture au cours des dernières 24 heures. Immédiatement après, il leur a été demandé de se rappeler *un* des trajets et de répondre à des questions y relatives en étant le plus précis possible. Le trajet était déterminé de manière aléatoire.

L'enquête a été structurée en six thèmes (voir l'intégralité de l'enquête à l'annexe 2) :

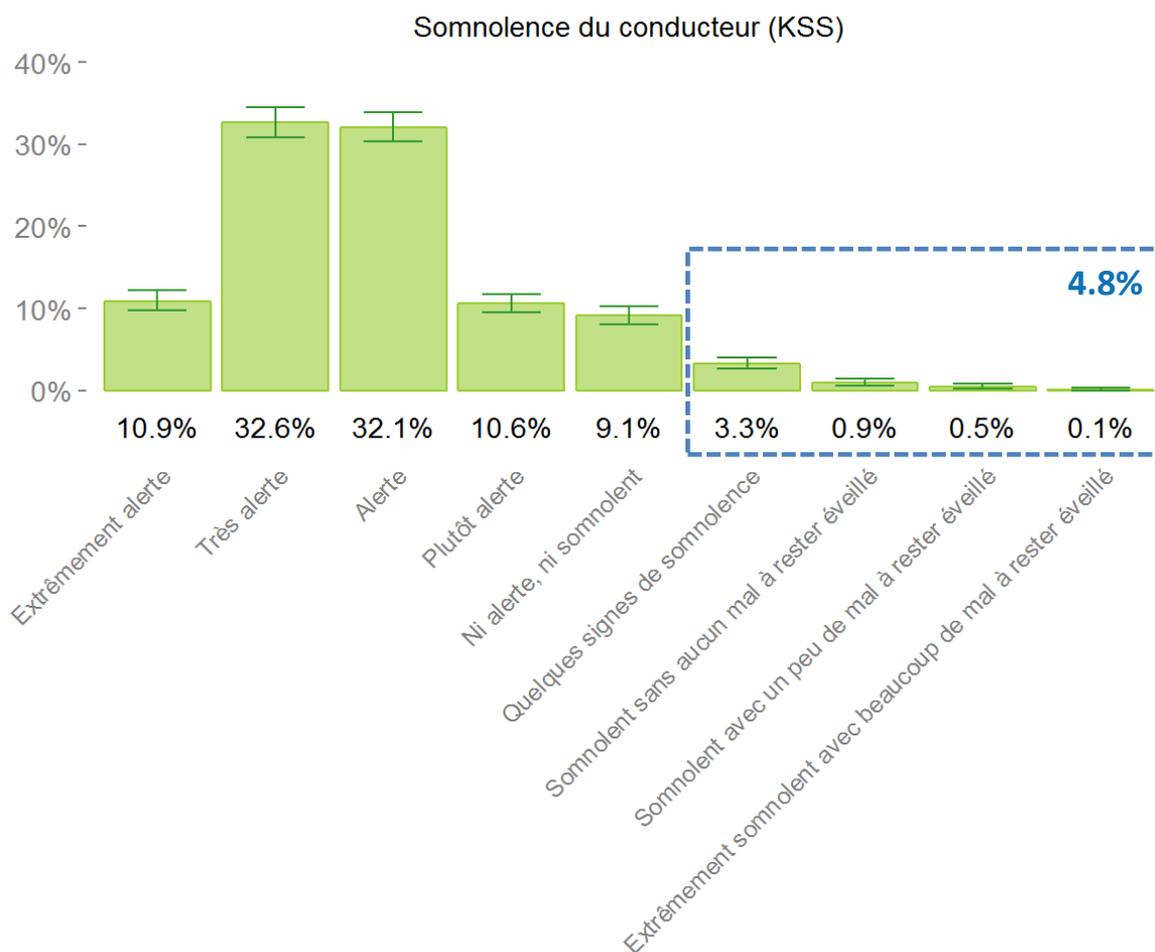
- ▶ Caractéristiques physiques de la trajectoire
- ▶ Somnolence au cours du trajet
- ▶ Dernier épisode de sommeil avant le trajet
- ▶ Comportement au volant
- ▶ Fatigue
- ▶ Données sociodémographiques

La principale variable dépendante était la somnolence durant le trajet telle que mesurée sur l'échelle de somnolence de Karolinska (*Karolinska Sleepiness Scale ; KSS*).

Résultats

Les résultats montrent qu'en général, 4,8% des trajets réalisés par les automobilistes en Belgique sont effectués par un conducteur présentant des signes de somnolence. La Figure A présente la distribution obtenue concernant les niveaux distincts de l'échelle de somnolence de Karolinska.

Figure A. Prévalence de la somnolence du conducteur telle que mesurée avec l'échelle de somnolence de Karolinska (KSS). Les marges d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 % obtenus à partir d'un modèle aux « odds » proportionnels.



L'analyse des variables contextuelles montre que diverses circonstances entraînent une prévalence nettement plus élevée que l'estimation générale de 4,8%. Une analyse de régression révèle des effets uniques des variables contextuelles suivantes sur la prévalence de la somnolence du conducteur (par ordre décroissant de l'ampleur des effets ; l'estimation de la prévalence apparaît entre parenthèses) :

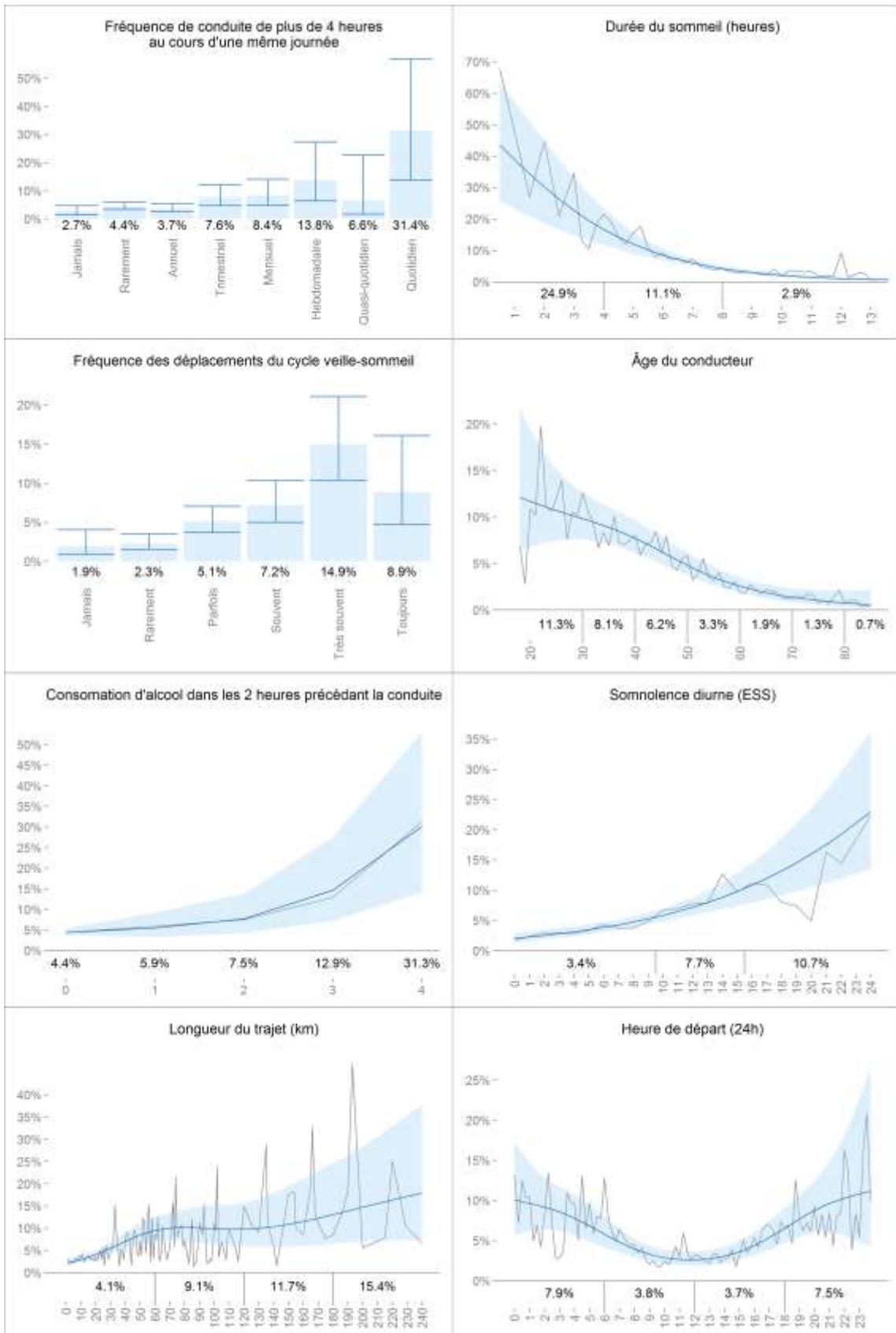
1. Passer plus de quatre heures par jour au volant (31%)
2. Avoir moins de 8 heures de sommeil (4-8 heures : 11% en moyenne ; 0-4 heures : 25% en moyenne)
3. Avoir un cycle veille-sommeil irrégulier avec des déplacements fréquents de plus de deux heures (15%)
4. Être un jeune adulte / adolescent (18-30 ans : 11% en moyenne)
5. Avoir consommé deux unités standard d'alcool ou plus avant de prendre le volant (2-4 unités : 11% en moyenne)
6. Avoir provoqué un accident ou un quasi-accident au cours des 12 derniers mois (11%)
7. Souffrir de somnolence diurne excessive ($9 < ESS \leq 15$: 8% en moyenne ; $ESS > 15$: 11% en moyenne)
8. Conduire sur une longue distance (> 60 km: 11% en moyenne)
9. Conduire en soirée ou la nuit (18 h-0 h : 8% en moyenne ; 0 h-6 h : 8% en moyenne)

La Figure B monte la nature continue de ces effets (à l'exception de la variable « Historique d'accidents » codée de manière binaire). Les effets individuels ainsi que les intervalles de confiance de 95% sont indiqués en bleu. Les lignes grises irrégulières présentent la prévalence estimée sur la base de la combinaison de tous les effets individuels. Les pourcentages en bas des graphiques donnent la même prévalence mais suivant les catégories délimitées par les lignes verticales.

Les analyses distributionnelles montrent également des associations significatives avec la prévalence de la somnolence des conducteurs pour les variables contextuelles catégoriques qui suivent.

10. Avoir un emploi à temps plein (8%)
11. Être titulaire d'un master (7%)
12. Être un employé (7%) ou cadre (9%)
13. Être confronté à des situations ayant un effet négatif chronique sur la qualité du sommeil : stress/dépression (8%), interruptions de sommeil de longue durée (7%), obligation de se lever tôt (11%), sommeil superficiel (8%), difficultés à s'endormir (9%), horaires de travail irréguliers (12%), ronflements intenses (8%), membres de la famille ayant des problèmes de sommeil (9%) et insomnie chronique (12%)

Figure B. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (axe Y) en fonction de la fréquence de conduite, de la durée du sommeil, de la consistance du sommeil, de l'âge du conducteur, de la consommation d'alcool, de la somnolence diurne, de la longueur du trajet et de l'heure de départ (axes X).



Conclusions et recommandations

Cette étude révèle qu'au niveau des voyages individuels, en moyenne 4,8% des automobilistes belges présentent des signes de somnolence. Bien qu'en Belgique il n'existe aucune donnée exacte sur le rôle de la somnolence du conducteur dans la causalité d'accidents, la recherche internationale suggère que la somnolence au volant est en cause dans près de 20 % de tous les accidents graves. Le fait que la somnolence au volant connaît une prévalence assez faible et est assez souvent à l'origine des accidents de la route implique qu'elle comprend un risque très élevé et présente des similitudes avec la conduite sous l'influence de l'alcool. Selon les estimations les plus récentes, 2,4% de tous les trajets effectués en Belgique sont réalisés par des conducteurs sous l'influence de l'alcool (Riguelle, 2014) alors que la part de l'alcool au volant dans les accidents graves s'élève à 25% (SafetyNet, 2009). C'est la raison pour laquelle, à l'exemple de la conduite sous l'influence de l'alcool, l'importance de la somnolence au volant ne devrait pas être sous-estimée.

La présente étude démontre clairement que la prévalence de la somnolence au volant varie fortement suivant les circonstances spécifiques. La plupart de ces circonstances ont été documentées avant mais c'est la première fois qu'elles sont quantifiées conjointement dans un contexte belge. Sur la base de cette quantification, le scénario suivant représente le risque le plus élevé pour le conducteur en termes de somnolence au volant : une jeune personne qui a dormi moins de 8 heures est au volant d'une voiture pour une longue distance vers minuit après avoir consommé de l'alcool. Il ou elle conduit fréquemment une voiture et ce faisant, a provoqué un accident ou un quasi-accident au cours des 12 derniers mois. Il ou elle présente également un cycle irrégulier veille-sommeil et se sent souvent somnolent(e) pendant la journée.

Les recommandations suivantes peuvent être formulées :

Infrastructure :

L'usage de bandes rugueuses est fréquent en Belgique, elles préviennent les conducteurs quand leur véhicule dévie de leur trajectoire. Plusieurs études ont démontré le haut rapport bénéfice-coût de cette mesure et la poursuite de leur installation peut dès lors être encouragée. Si un conducteur somnolent est alerté par les bandes rugueuses à un endroit et à un moment donnés, cela ne signifie pas qu'il/elle restera alerte le reste du voyage. La création d'aires de repos (plus) sécurisées constitue un investissement plus coûteux au niveau de l'infrastructure, mais cette mesure est également plus bénéfique puisque l'objectif est d'éliminer la somnolence même (voir Reyner et al., 2010). Outre la création d'aires de repos, le signalement de leur présence aux conducteurs est également un point d'action capital.

Technologie :

Il convient d'encourager le développement de solutions mobiles à bord de la voiture dans le but de détecter la somnolence au volant. Toutefois, pour garantir une transparence maximale sur leurs capacités et leurs limites, les technologies actuelles et futures doivent être homologuées par le biais de recherches indépendantes.

Sensibilisation :

Des campagnes sont nécessaires pour informer les conducteurs des risques liés à la somnolence au volant. Le fait que la somnolence au volant est potentiellement aussi dangereuse que la conduite sous l'influence de l'alcool peut aider à conscientiser davantage les conducteurs. Plutôt que d'informer les conducteurs des risques liés à la somnolence au volant, il serait peut-être préférable de mener des campagnes sur les stratégies efficaces pour lutter contre la somnolence au volant et de l'éviter avant tout. Il faut bien admettre que des zones de repos appropriées et/ou des conducteurs aptes à conduire ne sont pas toujours à disposition quand les conducteurs sont gagnés par la somnolence. Il est par conséquent également capital d'encourager les conducteurs à planifier leurs déplacements à l'avance.

Hygiène du sommeil :

La somnolence au volant fait partie d'un problème plus large se manifestant dans la société d'aujourd'hui à savoir le non-respect de bonnes habitudes de sommeil. Ce thème doit être traité de manière plus large que la gestion de la sécurité routière seule. Au niveau individuel, les gens ont besoin d'être informés des risques pour la santé causés par de mauvaises habitudes de sommeil (p.ex. obésité, troubles cardiaques, diabète et

cancer) et des aspects de leur vie de tous les jours qui compromettent une bonne hygiène de sommeil (utilisation de multimédias par exemple). Les employeurs devraient également être conscients de l'impact des mauvaises habitudes de sommeil chez leurs employés. Ils peuvent jouer un rôle de premier plan dans la réduction de la somnolence et de la somnolence au volant en particulier en promouvant des horaires de travail flexibles et l'usage flexible des différents modes de transport pour se rendre au travail ou rentrer chez eux.

Recherches complémentaires :

Des investissements sont nécessaires en vue de mieux déterminer l'impact de la somnolence au volant sur la sécurité routière. Il est crucial de mesurer la somnolence au volant concernant de simples trajets contrairement à ce qui est devenu une pratique commune. En effet, la méthode actuelle permet d'obtenir une prévalence basée sur un trajet à large échelle et de manière assez rentable. Etant donné que des ressources suffisantes sont disponibles, il est assez simple d'évaluer l'évolution de la somnolence au volant au fil de l'année et dans différents pays en ayant recours à la même méthode. Etudier l'impact réel de la somnolence au volant sur la sécurité routière nécessite néanmoins des chiffres précis concernant les causalités d'accidents. Comme dans un bon nombre d'autres pays, des chiffres précis concernant l'impact de la somnolence au volant sur les accidents de la route font défaut en Belgique : cela provient principalement des protocoles existants pour les rapports de sinistres et l'absence d'enquêtes approfondies sur les accidents. Il s'agit peut-être du domaine le plus urgent où des investissements en matière de recherches sont nécessaires.

SUMMARY

Introduction

Motor vehicle crashes that are due to driver sleepiness are often particularly severe. They usually occur on monotonous high-speed roads and typically involve a drifting vehicle that hits an obstacle at full speed. According to different international estimates, about 20% of all severe road crashes may be attributed to sleepiness at the wheel. This share is in fact similar to that of driving under the influence of alcohol (25% according to the 2009 European SafetyNet project).

Measuring the prevalence of drowsy driving and its role in crash causation is, however, not self-evident. The main reason is that reliable measurement protocols are not available. It is highly challenging to estimate sleepiness purely on the basis of physical characteristics (certainly after a crash occurred) and when drivers that caused a crash can be interviewed, there is a general bias not to report sleepiness – either by unawareness or by unwillingness. As a result, crash reports are usually not accurate with respect to driver sleepiness and few data exist on the overall prevalence of sleepiness at the wheel.

In the vast majority of international studies, the estimation of this overall prevalence is limited to the occurrence of sleepiness at the wheel across a relatively broad time interval. For instance, in Belgium, the 2012 BRSI attitudes survey asked respondents: "How frequently have you felt tired and sleepy while driving in the past year?" (Meesmann and Boets, 2014). It appeared that in 58% of the cases this occurred at least once. Although such a percentage is informative, it collapses driver sleepiness across all single trips that a driver has made during the last year. Hence, it does not deal with the critical question of how much driving involves sleepy drivers at a given point in time.

The goal of the present study is twofold. The first aim is to obtain a trip-based estimate of the prevalence of sleepiness at the wheel among Belgian car drivers. Sleepiness is measured with respect to an actual driving episode (a trip from A to B) instead of a certain time interval (e.g., during the last 12 months). A trip-based prevalence estimation can be compared with what is done in road-side studies on driving under the influence of alcohol where drivers are stopped to measure their blood-alcohol concentration (e.g., Riguelle, 2014). The current study introduces a new methodology: via an online questionnaire drivers were asked to reflect on a single journey they made during the last 24 hours and to indicate the level of sleepiness they experienced while driving on the Karolinska Sleepiness Scale (KSS). This new methodology reduces the risk of response bias (not admitting sleepiness at the wheel) because it avoids direct contact between respondents and researchers (as in a road-side set-up, for instance). At the same time it is feasible to reach a large sample of drivers that is representative of the Belgian car drivers population.

The second goal of the present study is to understand the prevalence of sleepiness at the wheel among Belgian car drivers through a wide range of contextual variables. Apart from acute sleepiness during the journey, drivers were also asked about trajectory features, sleep habits, driving behaviour and several socio-demographic variables. Chronic sleepiness was assessed via the commonly used Epworth Sleepiness Scale (ESS; Johns, 1991).

Method

BRSI organized a web-based survey between June 15th and July 15th 2014. Over 2,500 respondents, drawn from a panel of 130,000 individuals completed the survey. At the start of the survey, participants indicated whether they drove a car within the last 24 hours. Immediately afterwards, they were asked to bring one of the journeys to mind and answer questions about that journey as accurately as possible. The journey of interest was determined randomly.

The survey was structured according to six topics (see Appendix 2 for the full survey):

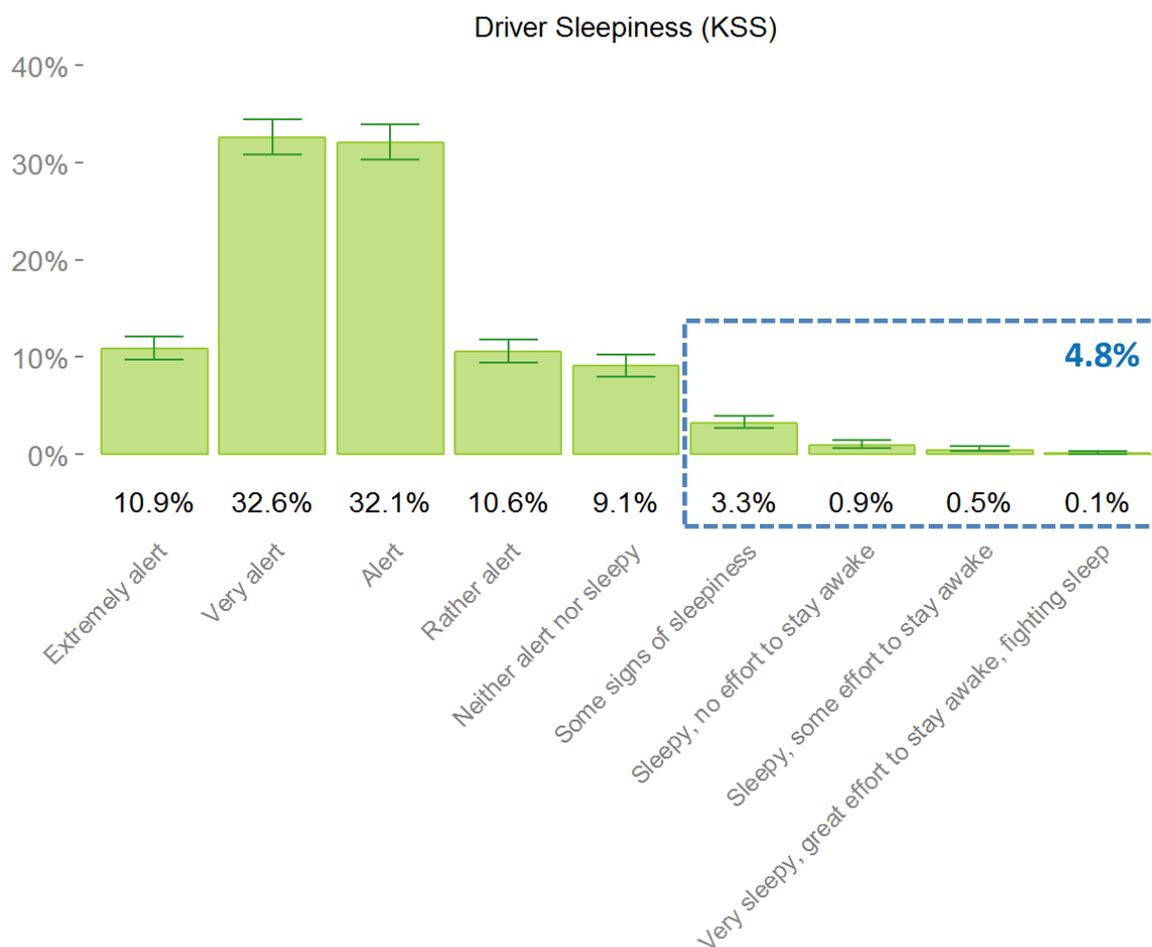
- ▶ Physical characteristics of the trajectory
- ▶ Sleepiness during the journey
- ▶ Last sleep episode before the journey
- ▶ Driving behaviour
- ▶ Fatigue
- ▶ Socio-demographics

The main dependent variable was sleepiness during the journey as measured on the Karolinska Sleepiness Scale.

Results

The results show that overall, 4.8% of the journeys by car drivers in Belgium involve a driver that is showing signs of sleepiness. Figure A shows the obtained distribution with respect to the separate levels of the Karolinska Sleepiness Scale.

Figure A. Prevalence of driver sleepiness as measured with the Karolinska Sleepiness Scale (KSS). Error bars represent the 95% confidence intervals obtained from a fitted proportional odds model.



The analysis of contextual variables shows that various circumstances result in a prevalence that is considerably higher than the overall estimate of 4.8%. A regression analysis reveals unique effects of the following contextual variables on the prevalence of driver sleepiness (in decreasing order of effect sizes; prevalence estimates appear between brackets):

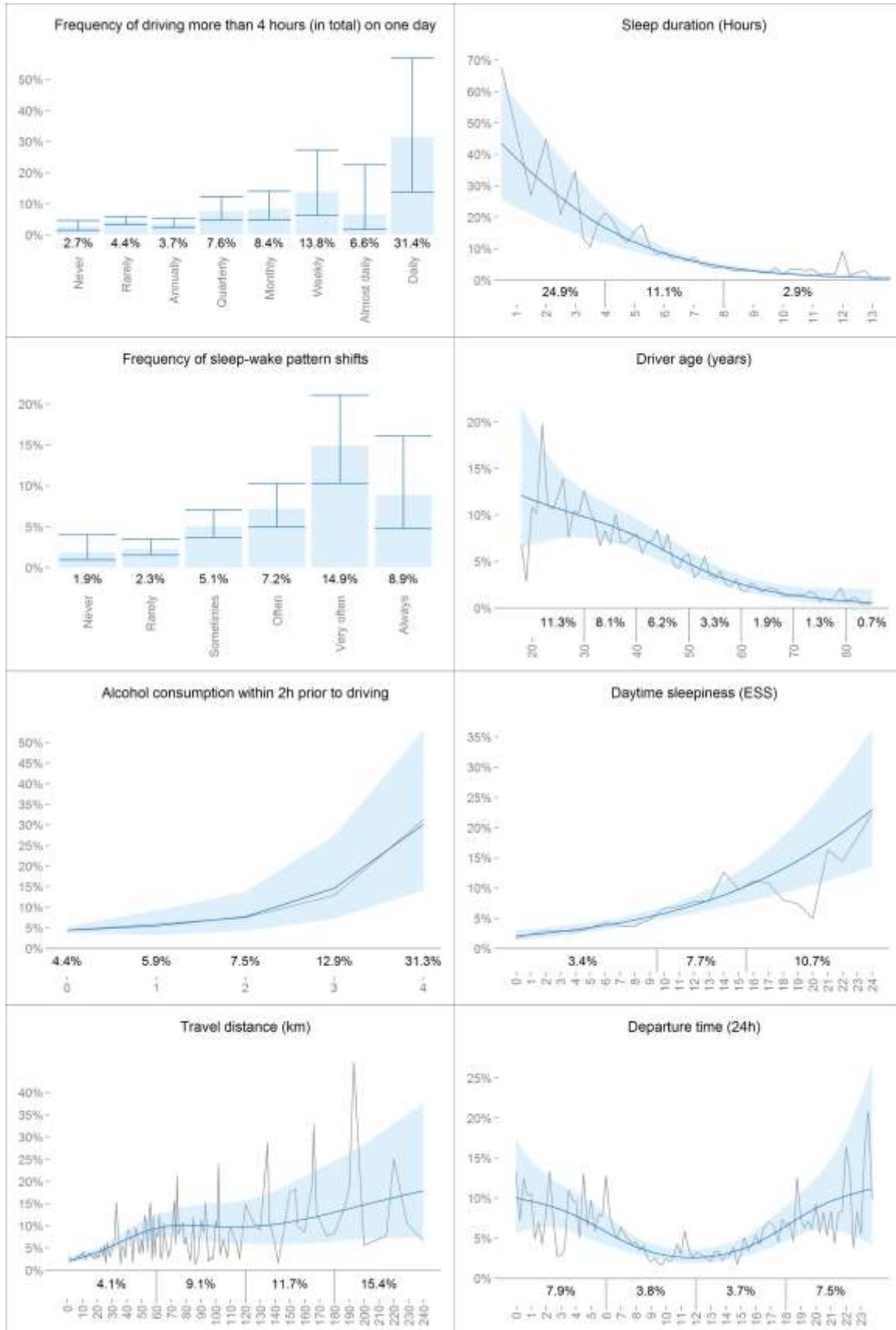
1. Spending more than 4 hours a day at the wheel (31%)
2. Having caught less than 8 hours of sleep (4-8 hours: 11% on average; 0-4 hours: 25% on average)
3. Having an irregular sleep-wake pattern with frequent shifts of more than 2 hours (15%)
4. Being an adolescent/young adult (18-30 years: 11% on average)
5. Having consumed 2 or more standard units of alcohol prior to driving (2-4 units: 11% on average)
6. Having caused a crash or a near-crash during the past 12 months (11%)
7. Experiencing excessive daytime sleepiness ($9 < ESS \leq 15$: 8% on average; $ESS > 15$: 11% on average)
8. Long distance driving (> 60 km: 11% on average)
9. Driving in the evening or at night (6-12pm: 8% on average; 12pm-6am: 8% on average)

Figure B illustrates the continuous nature of these effects (with the exception of the binary crash history variable). Individual effects together with the 95% confidence bands are shown in blue. Irregular grey lines show the estimated prevalence based on the combination of all individual effects. The percentages in the bottom give the same prevalence, but aggregated into categories delimited by the vertical lines.

Distributional analyses also show significant associations with the prevalence of driver sleepiness for the following categorical contextual variables.

10. Having a full-time job (8%)
11. Having a master's degree (7%)
12. Being an employee (7%) or a manager (9%)
13. Dealing with circumstances with a chronic negative effect on sleep quality: stress/depression (8%), long lasting sleep interruptions (7%), obligation to get up early (11%), superficial sleep (8%), difficulties falling asleep (9%), irregular working hours (12%), excessive snoring (8%), family members with sleep problems (9%) and chronic insomnia (12%)

Figure B. The estimated prevalence of driver sleepiness (Y-axis) as a function of driving frequency, sleep duration, sleep consistency, driver age, alcohol consumption, daytime sleepiness, travel distance and departure time (X-axes).



Conclusions and recommendations

This study reveals that, at the level of individual trips, on average 4.8% of the Belgian car drivers shows signs of sleepiness. Although there are no exact Belgian data on the role of sleepiness in crash causation, international numbers suggest that sleepiness at the wheel accounts for about 20% of all severe crashes. The combination of a relatively low prevalence and a relatively large share in crash causation implies a very important risk and shows similarities with driving under the influence of alcohol. According to the most recent estimates, 2.4% of all driving in Belgium occurs under the influence of alcohol (Riguelle, 2014) whereas the share in severe accident causation amounts up to 25% (SafetyNet, 2009). Hence, like driving under the influence of alcohol, the importance of sleepiness at the wheel for road safety should not be underestimated.

This study clearly demonstrates that the prevalence of sleepiness at the wheel varies greatly with specific circumstances. The majority of these circumstances have been documented before, but it is the first time that they become quantified jointly in a Belgian context. Based on this quantification the scenario with the highest risk for driver sleepiness appears to be the following: A young person who caught less than 8 hours of sleep is driving a car for a long distance around midnight after having consumed some alcohol. He or she drives a car frequently and while doing so, caused a crash or near-crash in the past 12 months. He or she also has an irregular sleep-wake pattern and often feels sleepy during the day.

The following recommendations can be made:

Infrastructure:

It is common practice in Belgium to implement rumble strips to alert drivers when their vehicle is drifting. Several studies have demonstrated a high benefit-to-cost ratio for this measure and further implementation can thus be encouraged. If a sleepy driver is alerted by rumble strips, this does not mean that he/she will stay alert for the rest of the trip, however. The creation of more safe(r) rest areas is an infrastructural investment that is more costly, but also more beneficial since the goal is to eliminate sleepiness (see Reyner et al., 2010). Apart from creating rest areas, signalling their presence to drivers is also an important point of action.

Technology:

Further development of in-car and wearable solutions for detecting sleepiness at the wheel needs to be encouraged. However, to attain maximal transparency about their abilities and limitations, current and future technologies need to be validated through independent research.

Raising awareness:

Campaigns are needed to inform drivers about the risks of drowsiness. The fact that sleepiness at the wheel is potentially as dangerous as driving under the influence of alcohol can help improving awareness. Perhaps more important than informing drivers about the risks of drowsiness, campaigns should focus on effective strategies to fight sleepiness at the wheel and to avoid it in the first place. It is important to acknowledge that suitable rest areas and/or other fit drivers are not always available when drivers start experiencing sleepiness. Hence, it is also critical to encourage drivers to plan their trips in advance.

Sleep hygiene:

Sleepiness at the wheel is part of a broader problem in today's society, namely that of neglecting healthy sleep habits. It therefore needs to be approached from a broader perspective than road safety management alone. At the individual level people need to be informed about the health risks due to poor sleep habits (e.g., obesity, heart disease, diabetes and cancer) and the aspects of their daily lives that compromise a good sleep hygiene (e.g., exaggerated use of multimedia devices). Employers should also become aware about the impact of bad sleep habits among their employees. They can play an important role in reducing sleepiness and driver sleepiness in particular, for instance, by facilitating flexible work schedules and the flexible use of different transport modes for commuting.

Further research:

Investments are needed to further assess the impact of driver sleepiness on road safety. It is crucial to measure sleepiness at the wheel with respect to single journeys, in contrast to what has become common practice. The current method allows to obtain a trip-based prevalence on a large scale and in a relatively cost-effective manner. Provided sufficient resources are available, it is fairly straightforward to monitor the evolution of drowsy driving throughout the year and in different countries using the same method. Investigating the actual impact on road safety nevertheless also requires accurate numbers regarding crash causation. As in many other countries, accurate numbers on the role driver sleepiness in road crashes are lacking in Belgium, mainly because of the existing protocols in crash reporting and the lack of in-depth crash investigations. This is perhaps the area where research investments are needed most urgently.

1 INTRODUCTION

Un nombre croissant de recherches scientifiques établit un lien entre le manque de sommeil et les problèmes de santé graves tels que l'obésité, les maladies cardiaques, le diabète et le cancer. En outre, les scientifiques mettent en garde contre notre société actuelle de « 24 heures », qui engendre d'importants défis quant à l'établissement d'habitudes de sommeil saines (p.ex. Foster & Kreitzman, 2014). Le manque de sommeil ne fait toutefois pas uniquement des ravages sur le long terme. Selon diverses estimations internationales, environ 20 % des accidents de la route graves sont liés à la somnolence du conducteur (p.ex. AFSA, 2008 ; Anselm & Hell, 2002 ; Blazejewski et al., 2012 ; Connor et al., 2002 ; Herman et al., 2014 ; Horne et Reyner, 1995 ; Kecklund et al., 2011 ; Klauer et al., 2006 ; Maycock, 1997 ; Phillip et al., 2001 ; Sagaspe et al., 2010 ; Tefft, 2012).

L'incidence réelle de la somnolence sur les accidents de véhicules à moteur est difficile à déterminer. En effet, contrairement à la concentration d'alcool dans le sang, par exemple, il n'existe aucun outil ou protocole permettant de mesurer avec exactitude le degré de somnolence. Lorsque les conducteurs somnolents survivent à un accident, ils sont ensuite généralement bien éveillés et sont réticents à reconnaître face aux agents publics qu'ils somnolaient en conduisant. Par conséquent, il est pratiquement impossible pour ces derniers d'estimer l'état de somnolence du conducteur juste avant un accident. Lorsqu'un conducteur succombe à des blessures mortelles, la somnolence ne peut également être déduite qu'à partir de données secondaires, telles que des témoignages de survivants (p.ex. Connor et al., 2002) et une enquête approfondie sur l'accident (p.ex. Masten et al., 2006 ; Summala & Mikkola, 1994). Malgré ces difficultés, il est impératif d'étudier la somnolence au volant, car son influence sur les statistiques d'accidents et sur les coûts sociaux associés pourrait être grandement sous-estimée.

La présente étude a pour objectif d'estimer la prévalence de la somnolence chez les conducteurs de voitures en Belgique. Historiquement, les recherches sur la somnolence au volant se concentrent principalement sur les chauffeurs professionnels (p.ex. Herdewyn et al., 2010) et sur les pays relativement vastes, où l'on roule de nombreux kilomètres sur des routes à grande vitesse monotones (p.ex. Tefft, 2012). Dans une récente étude de l'IBSR, cependant, il est estimé que plus de la moitié (58 %) de la population de conducteurs d'automobiles belge se sent somnolente au volant au moins une fois au cours des 12 derniers mois. Pour un répondant sur quinze (7 %), cette somnolence au volant est même un phénomène courant (Meesmann & Boets, 2014). Il apparaît également que 14,8 % des accidents de voiture en Belgique impliquent une seule voiture qui dérive de la route et entre en collision avec un obstacle situé hors de la route (analyse IBSR des données sur les collisions belges de 2012). Ces caractéristiques sont clairement compatibles avec une somnolence du conducteur. Ces chiffres montrent que le problème ne se limite pas à la conduite professionnelle ou aux pays étendus avec des réseaux routiers dispersés et monotones.

Les données belges actuelles ne fournissent pas d'estimation directe de la prévalence (ou probabilité) de la somnolence du conducteur. Conformément à la grande majorité des recherches internationales, des études ont abordé cette question en demandant aux conducteurs d'indiquer la fréquence à laquelle ils ressentent une sensation de somnolence ou se sont endormis au volant *dans un intervalle de temps déterminé* (p.ex., les 12 derniers mois ; p.ex. Cestac & Delhomme, 2012 ; Goldenbeld, 2011 ; Lucas & Araújo, 2013 ; Meesmann & Boets, 2014 ; Sagaspe et al., 2010 ; Tefft, 2012 ; Vanlaar et al., 2008). Ces données constituent une source d'informations précieuses mais doivent être combinées avec les estimations (généralement brutes) du nombre de kilomètres parcourus par le conducteur dans l'intervalle de temps avant de nous révéler des informations sur la probabilité réelle d'être somnolent au volant. Plus important encore, il est également impossible de relier ces données à des propriétés de trajets spécifiques, y compris à l'historique récent du sommeil.

Pour obtenir des estimations de prévalence directes, la somnolence au volant doit être mesurée par rapport au nombre réel de kilomètres parcourus sur la route. Il s'agit de l'objectif de la présente étude. Les estimations obtenues de cette manière peuvent être combinées aux circonstances du trajet et aux caractéristiques du conducteur afin d'explorer les facteurs contributifs/de risques. Dans les études sur l'alcool au volant, ces estimations de prévalence sont courantes. L'IBSR, par exemple, estime la prévalence de l'alcool au volant au moyen d'enquêtes menées en bord de route, dans lesquelles des questionnaires sont distribués aux conducteurs qui sont arrêtés par la police pour effectuer un test d'haleine (voir Riguelle, 2014). Cela permet d'étudier l'alcool au volant en fonction des caractéristiques réelles du trajet

(p.ex. l'heure de la journée, le but du trajet, etc.). La présente étude applique ce même concept au contexte de la somnolence du conducteur. Seules quelques études antérieures s'y sont essayées.

En Nouvelle-Zélande, Connor et al. (2001) ont réalisé une interview par téléphone auprès de 588 conducteurs sélectionnés par l'intermédiaire d'un protocole d'échantillonnage en bord de route. Herman et al. (2014) ont appliqué un concept similaire aux îles Fidji avec 752 conducteurs. Dans les deux études, environ 15% des conducteurs ont déclaré « ne pas être pleinement alertes », mais l'on peut argumenter que cette description n'implique pas nécessairement un état de somnolence du conducteur et que la prévalence est par conséquent beaucoup plus faible. Le problème réside dans les échelles spécifiques utilisées pour mesurer la somnolence. Herman et al. ont constaté qu'outre ceux qui n'étaient pas pleinement alertes, seuls 0,1 % présentaient des « difficultés à rester éveillés » et 0,9 % se sentaient « endormis et auraient préféré se coucher ». Dans l'étude de Connor et al., l'échelle de somnolence à 7 points de Stanford (Hoddes et al., 1972) a été utilisée. Conformément à l'enquête menée par Herman et al., 1 % seulement des conducteurs ont indiqué un score supérieur à « pas pleinement alerte » (score=3). Même ici, il subsiste une incertitude quant à savoir si ce nombre s'applique vraiment à la somnolence du conducteur. Dans tous ces cas, les participants ont indiqué qu'ils « avaient la tête dans le brouillard » (score=4). En fait, l'échelle de somnolence de Stanford ne mentionne explicitement la « somnolence » que dans les deux catégories les plus extrêmes (score=6 et le score=7). Ces dernières n'ont jamais été utilisées dans l'étude de Connor et al.

Klauer et al. (2006) ont étudié la somnolence du conducteur en fonction de la conduite réelle via l'étude de conduite naturaliste « 100-Car Naturalistic Driving Study » (Neale et al., 2005). Quatorze observateurs indépendants ont évalué la somnolence de 241 conducteurs sur un total de 20 000 séquences vidéos de 6 secondes enregistrées pendant l'étude et sélectionnées au hasard. De cette façon, ils ont constaté une prévalence estimée à 2 %, ce qui semble correspondre aux scores les plus extrêmes rencontrés dans les études de Connor et al. (2001), et Herman et al. (2014).

La présente étude comporte deux originalités : (1) la somnolence au volant est pour la première fois étudiée au sein d'un échantillon représentatif et à grande échelle d'automobilistes belges et (2) l'étude mesure la somnolence par rapport aux épisodes de conduite individuels, au lieu d'agréger la somnolence au volant à un certain intervalle de temps. Pour ce faire, une nouvelle méthode a été introduite : un questionnaire en ligne relatif à un seul trajet effectué au cours des dernières 24 heures. Cette méthode améliore les études antérieures sur trois aspects importants. Premièrement, les données sont recueillies auprès d'un échantillon de conducteurs beaucoup plus large (2585 contre 588, 752 et 241). Deuxièmement, les données sont recueillies anonymement afin d'encourager les réponses spontanées. Les interviews par téléphone ou en face-à-face, telles qu'utilisées par Connor et al. et Herman et al, impliquent un risque plus élevé d'élaboration de réponses socialement acceptables ; dans le cas présent : ne pas admettre la somnolence au volant. Troisièmement, les conducteurs rapportent leur niveau de somnolence sur une échelle qui identifie clairement les différents niveaux de somnolence et qui a été validée à partir de plusieurs mesures objectives de la somnolence. Cette échelle permet de régler le problème de l'insuffisance de la discrimination entre les niveaux de somnolence du conducteur les plus modérés et les plus graves des études de Connor et al. et Herman et al. Elle évite également l'emploi d'une méthode de mesure indirecte, comme l'analyse vidéo utilisée par Klauer et al., qui réduit l'évaluation de la somnolence du conducteur à des symptômes physiques externes.

Plus précisément, l'IBSR a organisé une enquête sur le Web sur la base d'un échantillon représentatif de 2585 automobilistes belges entre le 15 juin et le 15 juillet 2014. Les participants ont répondu anonymement à des questions concernant la somnolence au volant pendant un trajet choisi au hasard au cours des dernières 24 heures. La variable dépendante principale était la somnolence évaluée selon l'*échelle de somnolence de Karolinska* (KSS, p.ex., Åkerstedt et Gillberg, 1990 ; Åkerstedt et al., 2010 ; Anund et al., 2013 ; Kaida et al., 2006). Afin d'étudier les facteurs contributifs/de risque, les conducteurs ont également fourni des informations sur les caractéristiques de la trajectoire, sur leurs habitudes de sommeil, leur comportement au volant et sur plusieurs variables sociodémographiques. Conformément aux études précédentes (p.ex. Connor et al., 2001 ; Lucas & Araújo, 2013), nous avons également inclus une mesure de somnolence chronique (par opposition à aiguë) couramment utilisée : l'*échelle de somnolence d'Epworth* (ESS; Johns, 1991). Les scores de cette échelle représentent la probabilité de s'endormir dans des situations courantes de la vie quotidienne, comme en lisant, en regardant la télévision en position assise et en étant assis dans une voiture arrêtée pendant quelques minutes dans le trafic (voir annexe 2). L'échelle

d'Epworth établit une bonne discrimination entre les personnes avec et sans troubles du sommeil (p.ex. Engleman et al., 1999 ; Johns, 2000) et établit une corrélation avec la somnolence du conducteur (p.ex. Lucas & Araújo, 2013).

L'objectif de la présente étude est double. Le premier objectif est d'établir une estimation de la prévalence de la somnolence au volant chez les conducteurs de voitures belges au cours d'un trajet. La somnolence est mesurée au cours d'un itinéraire précis au lieu de l'être au cours d'un certain intervalle de temps (p.ex. au cours des 12 derniers mois). L'estimation de la prévalence en fonction du trajet peut être comparée aux études en bord de route sur la conduite sous l'influence d'alcool, où les conducteurs sont arrêtés pour mesurer leur taux d'alcoolémie (p.ex. Riguelle, 2014). Le deuxième objectif est de comprendre la prévalence de la somnolence au volant au travers d'un large éventail de variables contextuelles.

2 MÉTHODE

L'enquête a été distribuée à un panel de plus de 130 000 personnes représentatives de la population belge âgée de plus de 17 ans¹. L'enquête a débuté avec un total de 3804 répondants, parmi lesquels 2585 ont indiqué avoir conduit une voiture au cours des dernières 24 heures et ont par conséquent rempli le questionnaire. Les caractéristiques détaillées de l'échantillon peuvent être consultées à l'annexe 1. Au début de l'enquête, les participants ont précisé dans quelle plage horaire, parmi les quatre suivantes, ils ont conduit au cours des dernières 24 heures. Les participants ont été clairement informés que l'étude ne portait que sur la conduite sur voie publique entre deux endroits différents, à l'exception de courtes pauses (dans les stations-service, par exemple).

1. Entre 6 h et 12 h
2. Entre 12 h et 18 h
3. Entre 18 h et 0 h
4. Entre 0 h et 6 h

Ils ont ensuite été immédiatement invités à se remémorer l'un de ces trajets et à répondre aux questions sur ce trajet avec autant de précision que possible. Le trajet d'intérêt était déterminé au hasard comme le premier ou le dernier trajet au cours d'un intervalle de temps donné. Si plus d'un intervalle de temps avait été coché, l'un de ces intervalles était échantillonné. Cela a été effectué de manière pseudo-aléatoire. En d'autres termes le choix était aléatoire sauf lorsque l'intervalle 0 h-6 h (de nuit) était coché. L'intervalle 0 h-6 h était automatiquement sélectionné, s'il était coché par le participant, afin d'éviter une sous-représentation de la conduite de nuit².

Afin d'obtenir un maximum d'hétérogénéité au niveau des heures de trajets, les e-mails d'enquête ont été envoyés aux membres du panel par petits lots à chaque heure de la journée. Les enquêtes ont été envoyées uniformément tout au long des 7 jours de la semaine. Cependant, afin de faciliter une comparaison statistique équilibrée entre la conduite en semaine et le week-end, la moitié des demandes ont été envoyées pendant la semaine (du lundi 6 heures au vendredi 18 heures) et l'autre moitié pendant le week-end (du vendredi 18 heures au lundi 6 heures)³. Chaque membre du panel n'était autorisé à accéder à l'enquête qu'une seule fois. Les réponses ont été enregistrées du 15 juin au 15 juillet 2014.

L'enquête a été structurée en six thèmes (voir l'intégralité de l'enquête à l'annexe 2) :

1. Caractéristiques physiques de la trajectoire
 - ▶ L'heure de départ
 - ▶ La semaine/le week-end
 - ▶ La longueur du trajet
 - ▶ La présence de passagers
2. Somnolence au cours du trajet
 - ▶ L'échelle de somnolence de Karolinska (KSS)
 - ▶ Les actions entreprises pour prévenir ou combattre la somnolence du conducteur
 - ▶ La consommation d'alcool avant la conduite

¹ Ce service a été fourni par un partenaire externe : Profacts.

² Les heures auxquelles les enquêtes en ligne sont habituellement remplies ainsi que les effets de mémoire récente entraîneraient une tendance en faveur de la conduite de jour. Ce qui n'est particulièrement pas souhaitable lorsqu'on sait que les risques de somnolence au volant surviennent particulièrement la nuit (p.ex. Åkerstedt et al., 2001 ; Connor et al., 2002). Dans l'analyse, les données sur la conduite de nuit ont été pondérées vers le bas pour compenser le suréchantillonnage (voir la section Résultats).

³ Ces mesures facilitent, mais ne garantissent pas un échantillonnage représentatif de la répartition naturelle des trajets puisqu'après avoir reçu l'enquête par e-mail, les participants sont libres de décider quand y répondre.

3. Dernier épisode de sommeil⁴ avant le trajet

- ▶ La durée du sommeil
- ▶ La qualité du sommeil
- ▶ La sieste

4. Comportement au volant

- ▶ Le kilométrage
- ▶ La fréquence des voyages de 30 minutes
- ▶ La fréquence de la conduite de nuit
- ▶ La fréquence de conduite de plus de quatre heures par jour
- ▶ La somnolence au volant au cours de l'année écoulée
- ▶ L'historique des accidents

5. Fatigue

- ▶ La qualité générale du sommeil
- ▶ La cohérence du cycle veille-sommeil
- ▶ La somnolence diurne : *l'échelle de somnolence d'Epworth* (ESS; Johns, 1991 ; voir l'annexe 2)
- ▶ Les causes de fatigue mentale
- ▶ Le régime de travail

6. Données sociodémographiques

- ▶ Le lieu de résidence (région administrative)
- ▶ Le sexe
- ▶ L'âge
- ▶ Le niveau d'études
- ▶ L'activité professionnelle
- ▶ Le régime d'emploi

⁴ Un « épisode de sommeil » se définit comme l'intervalle de temps entre le « coucher » et le « saut du lit », que l'intervalle ait lieu de jour ou de nuit.

3 RÉSULTATS

La première section de ce chapitre (section 3.1) comprend les résultats relatifs à la *prévalence globale* de la somnolence du conducteur, c'est-à-dire la variable primaire de cette étude : les scores de l'échelle de somnolence de Karolinska. Les deux sections suivantes examinent les associations entre la somnolence du conducteur et les *variables contextuelles*⁵.

La section 3.2 fournit les résultats d'une analyse de régression multiple où la somnolence du conducteur a été considérée comme une fonction des variables contextuelles binaires et numériques (y compris les variables ordinales), à savoir : l'âge, le sexe, l'heure de départ, la semaine/le week-end, la longueur du trajet, la présence de passagers, la consommation d'alcool avant la conduite, le kilométrage, la fréquence des trajets de 30 minutes, la fréquence de conduite de nuit, la fréquence de conduite de plus de quatre heures par jour, l'historique d'accidents, le régime de travail, la durée du sommeil, la qualité du sommeil, la sieste, la qualité générale du sommeil, la cohérence du cycle veille-sommeil et la somnolence diurne. Les détails méthodologiques de cette analyse sont fournis au début de la section 3.2.

La section 3.3 présente les résultats des analyses distributionnelles et s'intéresse à l'association de la somnolence du conducteur avec les variables contextuelles *catégorielles* à plus de deux modalités (les variables binaires ont été intégrées à l'analyse de régression). Cela inclut les variables suivantes : le lieu de résidence (région administrative), le régime d'emploi, le régime de travail, le niveau d'éducation, l'activité professionnelle, les causes de la fatigue mentale et les actions entreprises pour prévenir ou combattre la somnolence du conducteur. Ces variables n'ont pas été prises en compte dans l'analyse de régression (section 3.2) pour trois raisons. Tout d'abord, certains modalités des variables catégorielles sont clairement en relation avec celles d'autres variables (p.ex. le niveau d'éducation et le type d'activité professionnelle) ou avec celles d'une ou plusieurs variables contextuelles numériques (p.ex. être retraité et l'âge). Dans ce dernier cas, l'association avec la somnolence du conducteur était toujours mieux expliquée par le prédicteur numérique (selon le critère d'information d'Akaike ; AIC). La deuxième raison de considérer les variables contextuelles catégorielles séparément est que souvent, elles n'améliorent pas l'ajustement du modèle de régression, tandis que l'un ou plusieurs de leurs modalités ont néanmoins montré une association significative avec la somnolence du conducteur. La troisième raison réside dans le fait que les répondants avaient la possibilité de sélectionner plus d'une modalité pour les variables causes de la fatigue mentale et actions pour prévenir ou combattre la somnolence du conducteur. Par conséquent, les modalités de ces variables ne sont pas mutuellement exclusives. Pour ces variables, l'objectif de l'analyse est plutôt d'étudier la fréquence relative des modalités au lieu du pouvoir de discrimination entre les différents niveaux de somnolence du conducteur.

3.1 Prévalence de la somnolence du conducteur

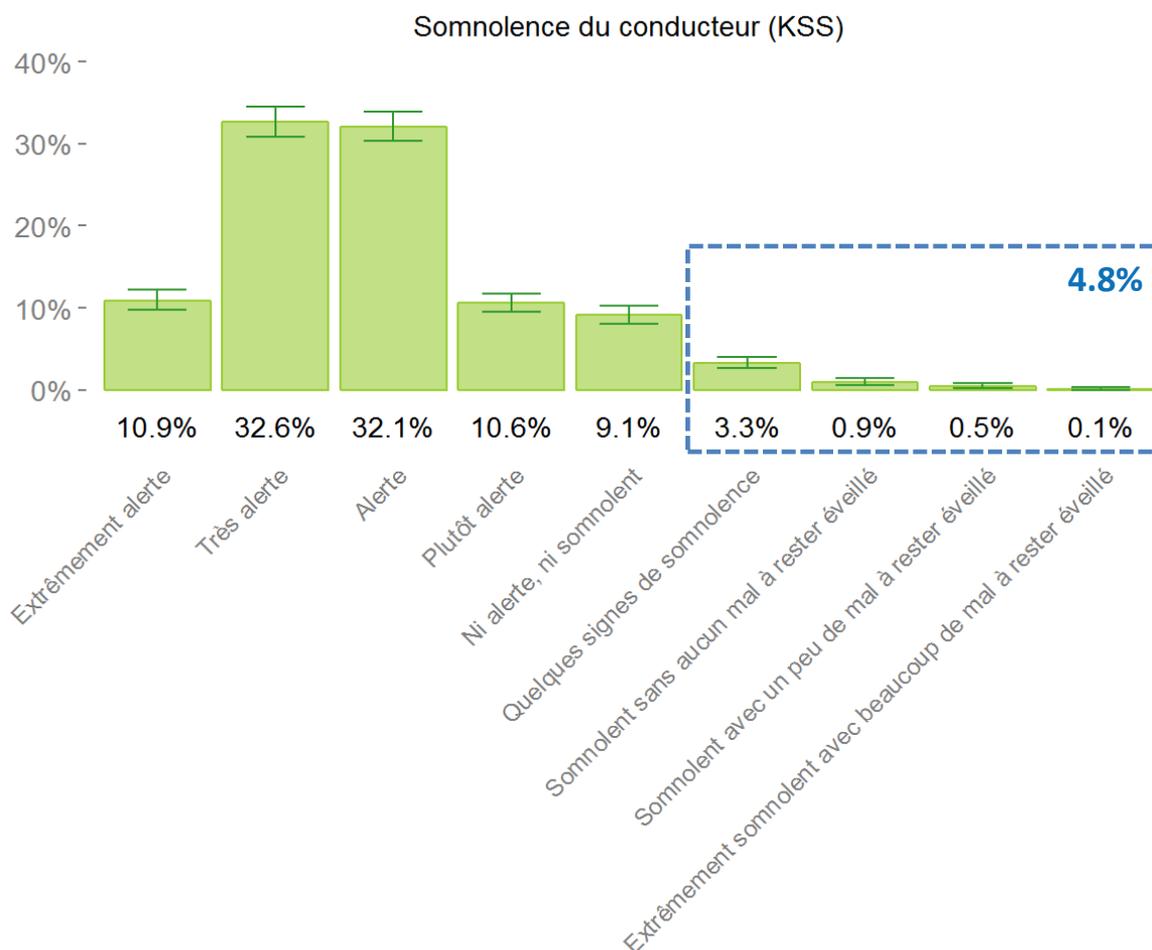
Après avoir sélectionné un trajet précis (voir la section Méthode), l'échelle de somnolence de Karolinska (KSS) est utilisée pour mesurer la somnolence subjective pendant la conduite. Le résultat principal montre que 4,8 % des conducteurs déclarent un état de somnolence, allant de « quelques signes de somnolence » (3,3 %) à « Extrêmement somnolent, avec beaucoup de mal à rester éveillé, lutter contre le sommeil » (0,1 %). L'intervalle de confiance (95%) autour de cette estimation de fréquence est compris entre 4 % et 5,7 %.

La Figure 1 représente la répartition des scores. Les pourcentages bruts sont pondérés de manière à refléter les valeurs de la population par tranche d'âge (source : Service Public Fédéral Économie belge) et une répartition non biaisée des intervalles des temps de départ. Comme illustré dans la section 3.2.1 et dans l'annexe 1.6, l'âge du conducteur était un prédicteur important de la somnolence du conducteur, mais les âges échantillonnés déviaient des estimations de population à la baisse. Pour y remédier, les résultats sont pondérés selon l'âge. La correction des intervalles de temps de départ est nécessaire car la conduite de nuit (0 h-6 h) a été délibérément suréchantillonnée lors de la conception de l'étude (voir la section Méthode pour plus de détails). Des pondérations sont appliquées de manière à ce que la répartition des intervalles de temps de départ reflète la répartition de tous les intervalles de temps de départ indiqués par les participants, et pas uniquement les intervalles particuliers sélectionnés par la procédure pseudo-aléatoire (comme décrit dans la section Méthode). L'hypothèse sous-jacente est que les données de tous les

⁵ Toutes les analyses et les visualisations ont été mises en œuvre dans la version 3.1.2 de R (R Core Team, 2014). La valeur alpha = 0,05 a été utilisée pour établir la significativité des tests effectués.

intervalles des temps de départ rapportés reflètent la répartition naturelle des heures de départ dans la population des automobilistes belges.

Figure 1. Prévalence de la somnolence du conducteur telle que mesurée avec l'échelle de somnolence de Karolinska (KSS). Les marges d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 % obtenus à partir d'un modèle aux « odds » proportionnels.



3.2 Analyse de régression multiple

Avant cette analyse, les scores KSS ont été dichotomisés, classifiant les cas ayant obtenu un score KSS supérieur à 5 comme « Somnolent » (1) et les autres cas ($KSS \leq 5$) comme « Non somnolent » (0). La variable binaire résultante a été intégrée en tant que variable dépendante dans une analyse de régression logistique. Les variables contextuelles qui étaient soit binaires, soit mesurées sur une échelle numérique (y compris les variables ordinales), ont été évaluées en tant que variables prédictrices sur base d'une procédure de sélection séquentielle (« stepwise regression »). Pour les variables prédictrices mesurées sur l'échelle d'intervalle (p.ex. l'âge du conducteur), des relations non linéaires ont été modélisées à l'aide de « thin plate regression splines » (Wood, 2003). Pour les variables prédictrices mesurées sur l'échelle ordinaire (les variables ordinales, p.ex. la cohérence du cycle veille-sommeil), les relations non-linéaires ont été modélisées sur base de contrastes polynomiaux.

Le modèle final ne contenait que les variables prédictrices dont le(s) poids de régression diffèrent significativement de zéro après avoir contrôlé l'influence des autres variables contextuelles. Ces variables prédictrices expliquent donc une partie unique de la variance des valeurs de somnolence binaires. Les effets de ces variables sont examinés dans les sections 3.2.1 à 3.2.9. Les discussions et les graphiques qui les accompagnent se concentrent néanmoins sur les résultats du modèle de régression individuel, à savoir, le(s) poids de régression estimé(s) pour une variable prédictrice donnée *avant* l'intégration des effets des

autres variables prédictives significatives. Cela s'explique par l'existence d'un certain degré de corrélation entre les valeurs de certaines paires de variables prédictives. Les corrélations les plus fortes ont été observées entre (1) l'âge du conducteur et la cohérence du cycle veille-sommeil ($r = 0,37$), montrant une tendance à une plus forte cohérence des cycles veille-sommeil chez les conducteurs âgés, (2) la fréquence de conduite et la distance du trajet ($r = 0,23$) : les conducteurs « fréquents » parcourent souvent des distances plus longues et (3) la durée du sommeil et l'heure de départ ($r = 0,20$), montrant que les conducteurs qui se déplacent aux alentours de minuit passent souvent moins de temps dans leur lit. Les corrélations entre les autres paires de variables contextuelles étaient généralement faibles (moyenne $r = 0,10$; écart interquartile $r = [0,07, 0,13]$). En conséquence de ces corrélations, bien que toutes les variables prédictives significatives expliquent une partie unique de la variance, certaines d'entre elles sont également associées à une partie « non unique », c'est-à-dire à une partie de la variance qui peut également être expliquée par le(s) autre(s) variable(s) prédictive(s) auxquelles elles sont corrélée(s). Parce qu'il n'existe aucun moyen de savoir quelle partie de cette variation partagée doit être attribuée à l'une ou l'autre variable prédictive, l'approche la plus prudente consiste à rendre compte des résultats des modèles de régression individuels au lieu des effets partiels estimés sur base du modèle complet.

Les variables contextuelles binaires/numériques suivantes n'ont pas présenté de relation significative avec la prévalence de la somnolence du conducteur dans le modèle complet:

- ▶ *Le sexe* : il ne semble y avoir aucune différence significative entre les hommes et les femmes concernant la prévalence de la somnolence du conducteur. La distribution de l'échantillon est présentée à l'Annexe 1.1.
- ▶ *La semaine/le week-end* : aucune différence significative n'est apparue dans la prévalence de la somnolence du conducteur en semaine et pendant le week-end. Conformément au plan d'échantillonnage, la répartition des trajets en semaine (52 %) et des trajets le week-end (48 %) était relativement équilibrée.
- ▶ *Les passagers* : la présence éventuelle de passagers n'avait aucune influence significative. La position des passagers (à l'avant et/ou à l'arrière) n'est pas non plus associée à une différence significative au niveau de la prévalence de la somnolence du conducteur. Dans 57 % des cas, les conducteurs voyageaient seuls dans leur véhicule. Un passager avant était présent dans 39 % des cas. Dans 12 % des cas au moins un passager arrière était présent.
- ▶ *Le kilométrage* : aucune association unique n'a été établie entre la prévalence de la somnolence du conducteur et le nombre moyen de kilomètres effectué annuellement, par semaine (du lundi au dimanche) ou par week-end (du samedi au dimanche). Plus précisément : la fréquence avec laquelle le conducteur roule plus de quatre heures par jour s'est avéré être un bien meilleur prédicteur (sur base du critère AIC) de la prévalence de la somnolence au volant. *La fréquence des voyages de 30 minutes* : la prévalence de la somnolence du conducteur ne dépend pas de la fréquence des trajets de 30 minutes ou plus effectués par les conducteurs. La distribution de l'échantillon est présentée à l'Annexe 1.9a.
- ▶ *La fréquence de la conduite de nuit* : la prévalence de la somnolence du conducteur ne dépend pas de la fréquence des trajets réalisés entre minuit et 6 heures du matin par les conducteurs. La fréquence avec laquelle le conducteur roule plus de quatre heures par jour s'est avérée être un meilleur variable explicative (selon le critère AIC). La distribution est présentée à l'Annexe 1.9b.
- ▶ *La qualité du sommeil* : la qualité du sommeil (autorapportée), immédiatement avant le trajet ainsi que les niveaux habituels de qualité du sommeil, n'ont pas permis d'expliquer une partie unique de la variance. Plus précisément, la durée de sommeil s'est avérée être une meilleur variable explicative de la prévalence de la somnolence du conducteur (selon le critère AIC). La distribution de l'échantillon figure à l'Annexe 1.12.
- ▶ *Faire une sieste* : la prévalence de la somnolence du conducteur ne dépend pas de façon significative d'une éventuelle sieste faite par les conducteurs entre leur dernier épisode de sommeil et l'heure de départ. Sept pour cent des conducteurs ont indiqué avoir fait une telle sieste.
- ▶ *Le régime de travail* : pour les répondants ayant un emploi, l'analyse de régression n'a pas montré de différences significatives au niveau du nombre de jours hebdomadaires ou d'heures passées à

travailler ou de la fréquence du travail en dehors des heures de bureau. Les distributions de l'échantillon selon ces variables figurent à l'Annexe 1.10.

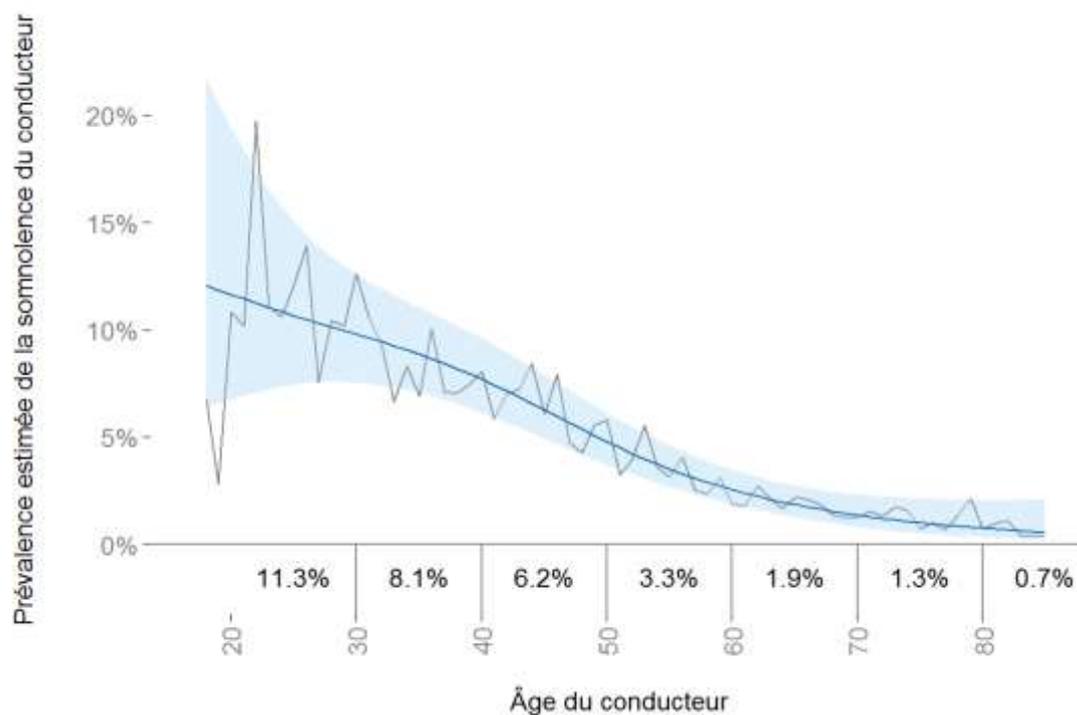
Les sections suivantes présentent les résultats pour les variables contextuelles ayant montré une association unique significative avec la prévalence de la somnolence du conducteur. Les résultats ont été pondérés de la même manière que dans la section 3.1.

3.2.1 L'âge du conducteur

La somnolence est particulièrement répandue chez les jeunes conducteurs. La Figure 2 montre une tendance à la baisse continue de la prévalence de la somnolence du conducteur avec l'âge. L'effet individuel de l'âge du conducteur ainsi que l'intervalle de confiance (95 %) qui y est associé est représenté en bleu. La ligne grise irrégulière montre la prévalence estimée dans l'échantillon de l'étude sur la base des effets additionnels de toutes les variables significatives (c'est-à-dire le modèle de régression complet). Les pourcentages indiqués dans le bas du graphique indiquent la même prévalence, mais calculée pour les différentes catégories d'âge délimitées par les segments de ligne verticaux (c'est-à-dire $18 \leq A \leq 30 < B \leq 40 < C \leq 50 < D \leq 60 < E \leq 70 < F \leq 80 < G$).

Entre 18 et 30 ans, la prévalence de la somnolence du conducteur atteint 11,3 %. La prévalence diminue d'un pour cent environ tous les 4 ans jusque l'âge de 60 ans. Pour les conducteurs âgés de plus de 60 ans, la prévalence est généralement faible. La distribution par âge est présentée à l'Annexe 1.3.

Figure 2. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS > 5) en fonction de l'âge du conducteur.

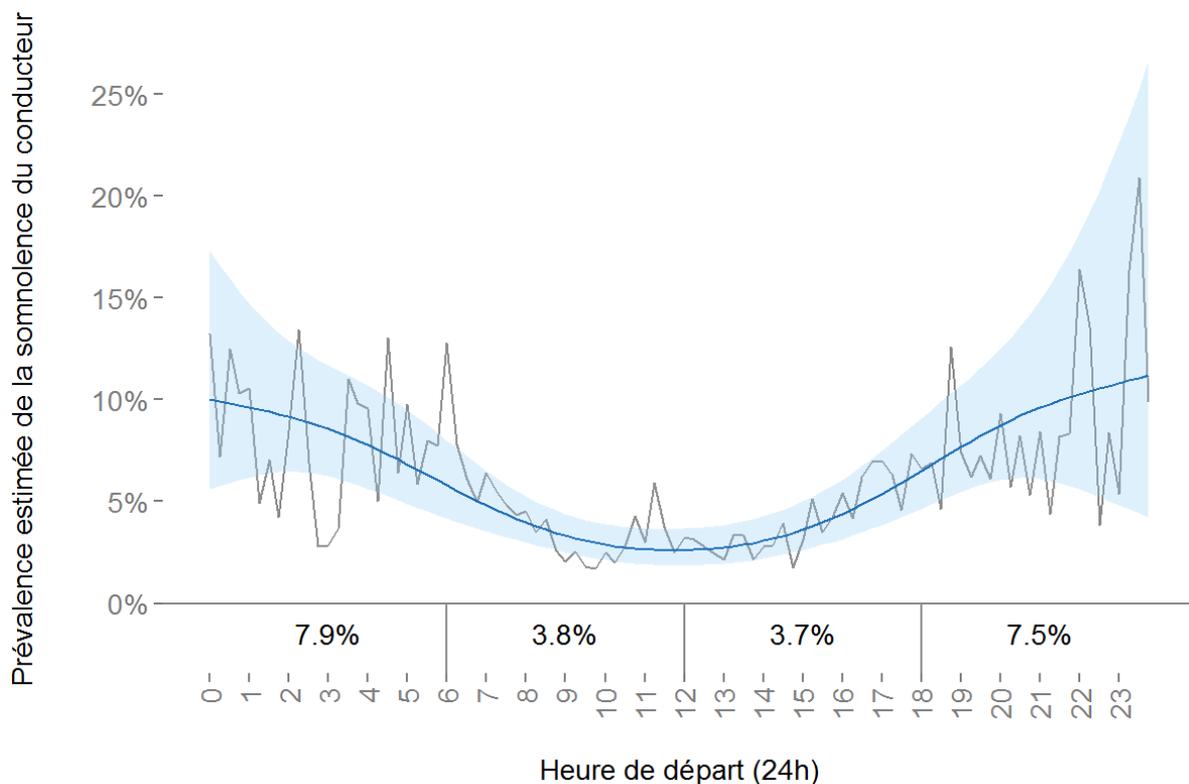


3.2.2 L'heure de départ

Il existe une relation continue entre l'heure de la journée et la somnolence du conducteur. Celle-ci est illustrée dans la Figure 3. L'effet individuel de l'heure de départ de même que l'intervalle de confiance associé (95 %) est représenté en bleu. La ligne grise irrégulière montre la prévalence estimée dans l'échantillon de l'étude sur base du modèle de régression complet. Les pourcentages rapportés au bas du graphique indiquent la prévalence estimée pour les quatre plages horaires définies dans la conception de l'étude. Les segments de lignes verticaux représentent les limites de ces plages horaires (à savoir, $12 \text{ h} \leq A < 6 \text{ h} \leq B < 0 \text{ h} \leq C < 18 \text{ h} \leq D < 12 \text{ h}$).

Il semble que la prévalence soit environ deux fois plus élevée pour la conduite en soirée (18 h-0 h ; 7,5 %) et de nuit (0 h-6 h ; 7,9%) par rapport à la conduite de jour (6 h-12 h ; 3,8% et 12 h-18 h ; 3,7%). Ce modèle ne démontre aucune différence significative entre la conduite en semaine et le week-end. La distribution des heures de départ de l'échantillon est fournie en Annexe 1.4.

Figure 3. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS > 5) en fonction des heures de départ.



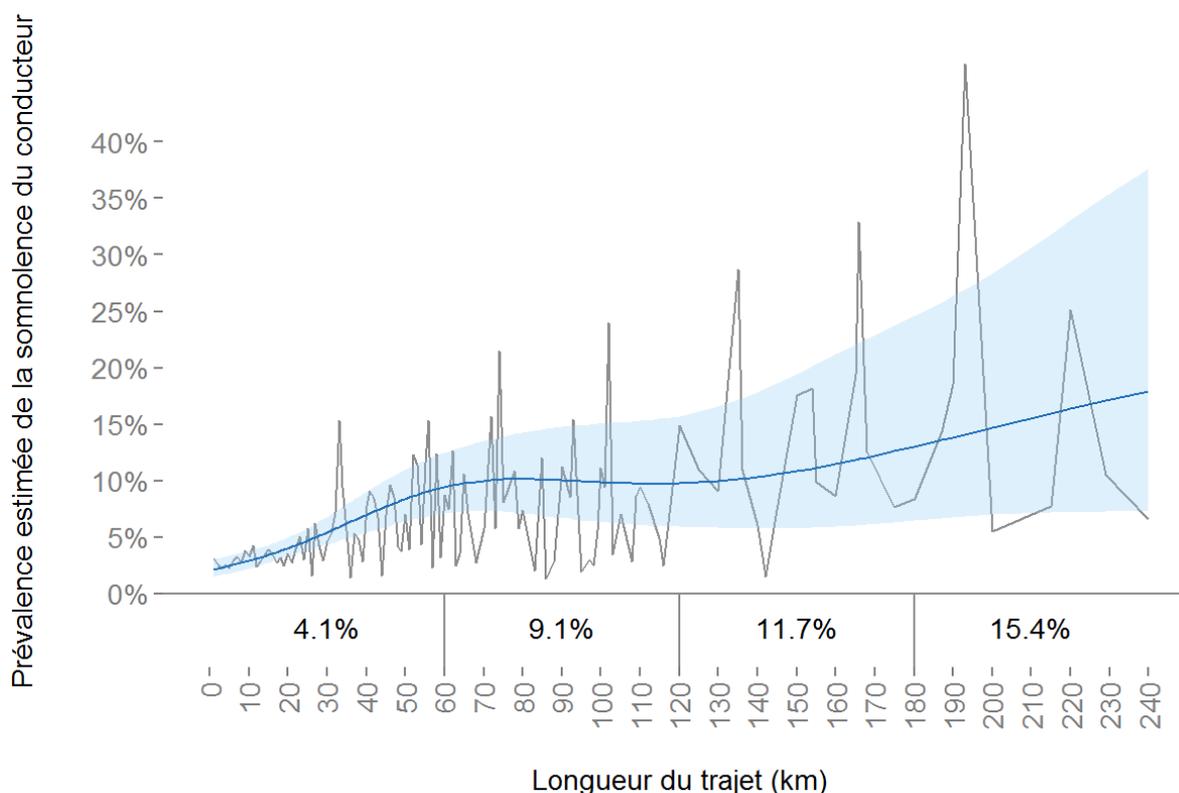
3.2.3 La distance du trajet

Pour les trajets jusqu'à 60 km, il existe une forte augmentation linéaire de la prévalence de la somnolence du conducteur. C'est ce que montre la Figure 4. L'effet individuel de la distance du trajet ainsi que l'intervalle de confiance (95%) associé est représenté en bleu. La ligne grise irrégulière montre la prévalence estimée dans l'échantillon de l'étude sur base du modèle de régression complet. Les pourcentages au bas du graphique fournissent les estimations de la prévalence, mais regroupées par catégorie de distance, délimitées par les segments de ligne verticaux (c'est-à-dire, $0 \text{ km} < A \leq 60 \text{ km} < B \leq 120 \text{ km} < C \leq 180 \text{ km} < D \leq 240 \text{ km}$)⁶.

Pour les distances allant jusqu'à 60 km, la prévalence augmente d'environ 1 % tous les 7,8 km supplémentaire passés derrière le volant. Pour les longs trajets, la prévalence est beaucoup plus élevée en moyenne, mais l'augmentation en fonction de la distance supplémentaire est plus faible. L'annexe 1.5 montre la distribution des distances de trajet de l'échantillon.

⁶ Les estimations obtenues pour les trajets de plus de 240 km sont trop imprécises en raison du trop petit nombre de trajets correspondant à cette distance dans l'échantillon.

Figure 4. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS > 5) en fonction de la distance parcourue.



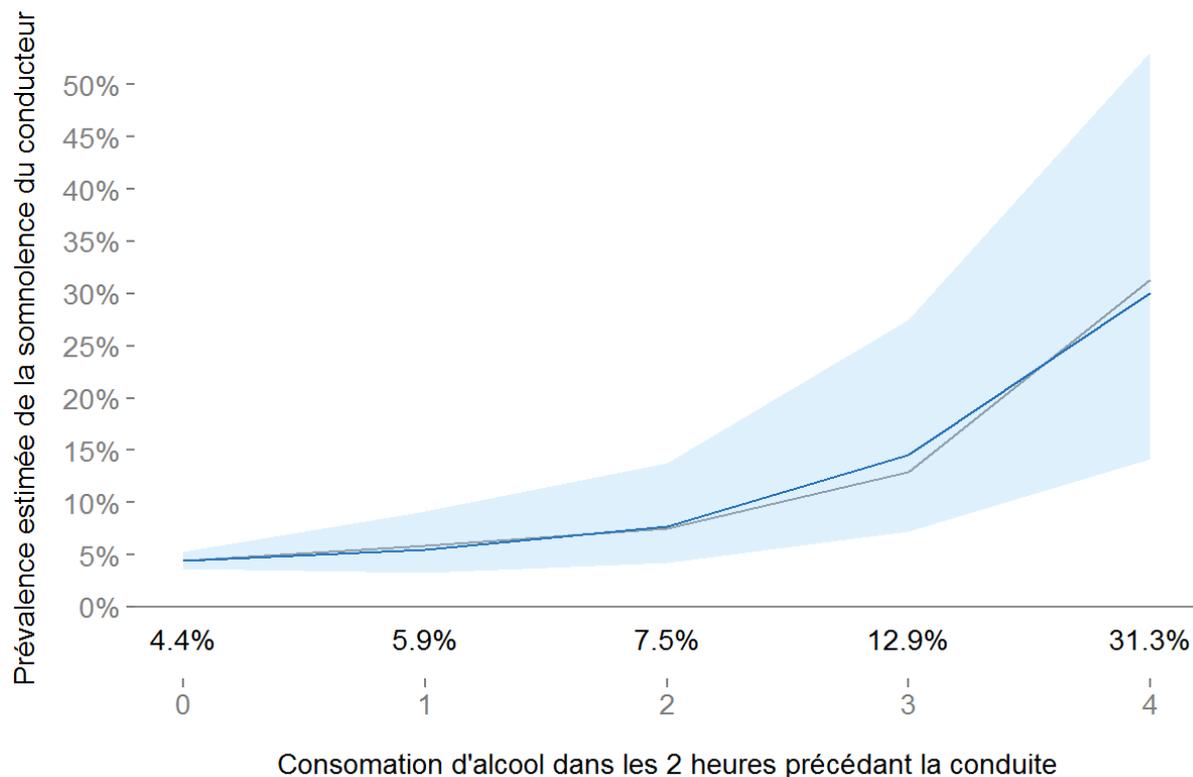
3.2.4 La consommation d'alcool avant la conduite

Comme le montre la Figure 5, une consommation d'alcool dans les deux heures qui précèdent immédiatement le trajet augmente la prévalence de la somnolence du conducteur. L'effet individuel (ainsi que l'intervalle de confiance) est représenté en bleu. La ligne grise irrégulière montre la prévalence estimée dans l'échantillon de l'étude sur base du modèle de régression complet. Les pourcentages dans le bas du graphique indiquent la prévalence observée après consommation de zéro, un, deux, trois et quatre unités standard d'alcool dans les deux heures qui précèdent le trajet (1 unité = 1 verre de vin [10 cl] = 1 verre de bière [25 cl] = 1 cocktail [10 cl] = 1 apéritif [6 cl] = 1 verre d'alcool [3 cl])⁷.

Pour une consommation allant jusqu'à trois unités d'alcool, la prévalence augmente d'un pour cent par tranche de 0,3 unités supplémentaires consommées. Pour une consommation de plus de 3 unités, la prévalence de la somnolence du conducteur connaît une forte augmentation. Une consommation d'alcool avant ou pendant la conduite est rapportée dans 8,5 % des cas ; plus d'une unité dans 3,8 % des cas ; plus de deux unités dans 1,3 % des cas et plus de trois unités dans 0,6 % des cas.

⁷ En raison du petit nombre d'observations correspondant à une consommation de plus de quatre unités, les estimations obtenues sont trop imprécises et ne sont pas rapportées ici.

Figure 5. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS > 5) en fonction de la consommation d'alcool dans les deux heures précédant le trajet.

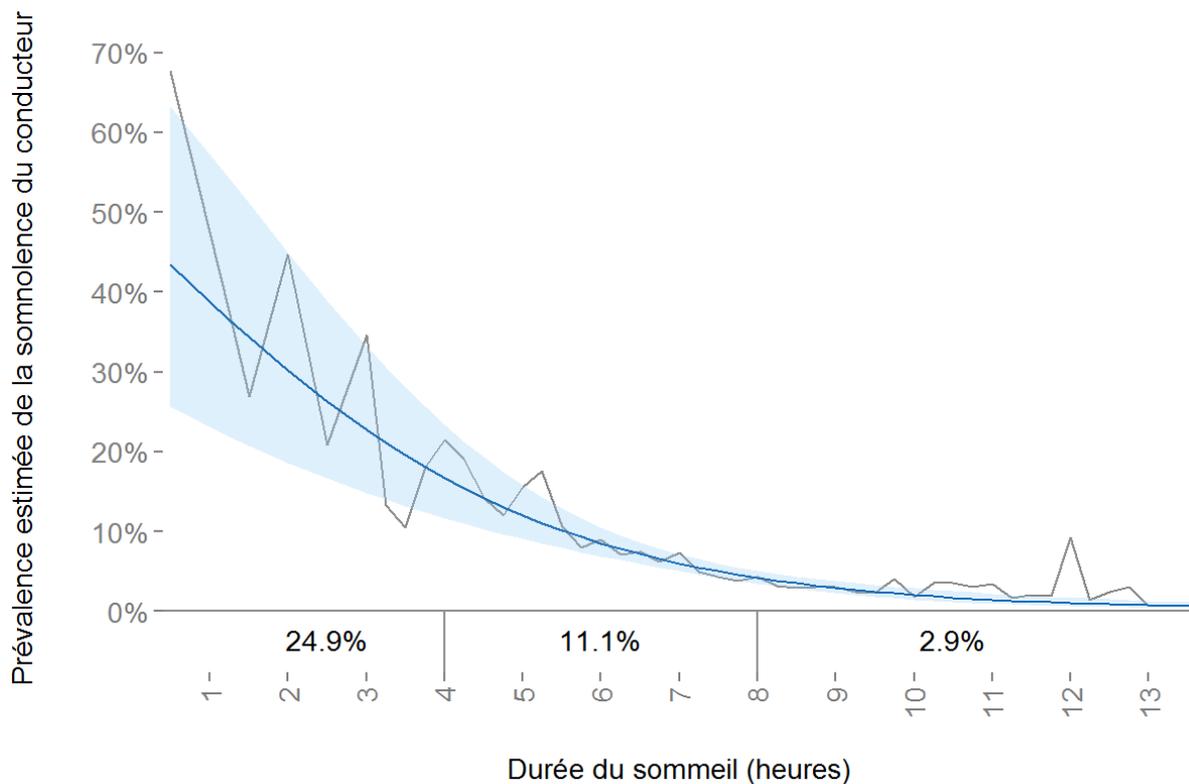


3.2.5 La durée du sommeil

La durée du sommeil a été calculée sur base des réponses des participants aux questions : « À quelle heure êtes-vous allé dormir ? » et « À quelle heure vous êtes-vous levé ? » (en référence au dernier épisode de sommeil avant le trajet). Comme l'illustre la Figure 6, des épisodes de sommeil plus longs se traduisent ensuite par une plus faible prévalence de la somnolence au volant. L'effet individuel de la durée du sommeil et l'intervalle de confiance (95%) associé sont représentés par le ruban bleu sur le graphique. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur dans l'échantillon de l'étude, basée sur le modèle de régression complet, est indiquée en gris. Les pourcentages dans le bas du graphique indiquent la prévalence agrégée pour les catégories suivantes : $A \leq 4h < B \leq 7h < C$.

Avec moins de 8 heures de sommeil, on observe une augmentation rapide de la prévalence de la somnolence au volant. Entre 0 et 8 heures de sommeil, on observe une diminution de la prévalence d'environ 1 % toutes les 12 minutes et demi de sommeil supplémentaire. L'Annexe 1.6 montre la distribution de la durée du sommeil de l'échantillon.

Figure 6. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS > 5) en fonction de la durée du sommeil avant le trajet.

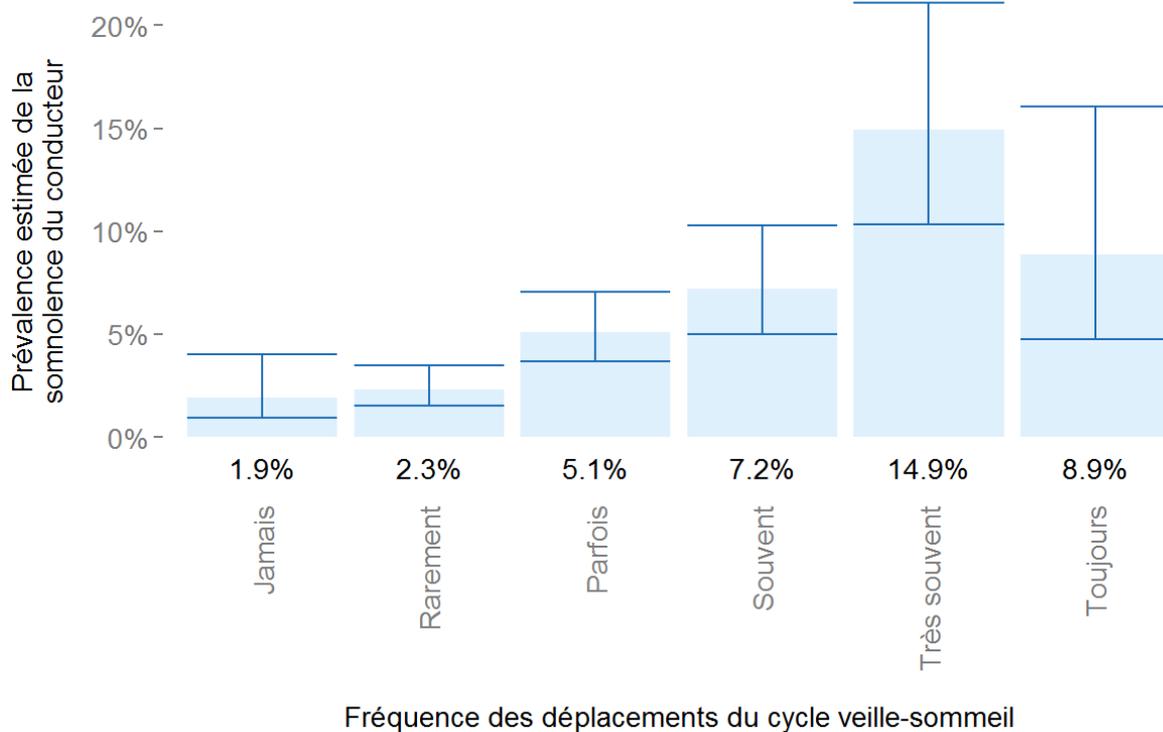


3.2.6 La cohérence du cycle veille-sommeil

La prévalence de la somnolence est plus élevée chez les conducteurs présentant des cycles de veille-sommeil irréguliers. C'est ce que montre la Figure 7. On a demandé aux répondants d'indiquer le nombre de fois où ils ont connu des changements de plus de deux heures de leur cycle veille-sommeil (c'est-à-dire de l'heure à laquelle ils se sont endormis et/ou de l'heure à laquelle ils se sont levés). Les barres de l'histogramme représentent l'effet individuel de la variable ordinaire « cohérence du cycle veille-sommeil » sur la prévalence de la somnolence du conducteur ainsi que les intervalles de confiance à 95%.

La prévalence de la somnolence du conducteur augmente généralement en fonction de la fréquence à laquelle la personne fait l'expérience d'un déplacement d'une durée de plus de deux heures de son cycle veille-sommeil. Cette augmentation n'est cependant pas linéaire. Une composante cubique significative montre que les conducteurs qui subissent tout le temps (« Toujours ») un changement du cycle veille-sommeil sont moins sujets à la somnolence (8,9 %) que les ceux qui subissent très souvent ce type de changements (14,9 %). L'Annexe 1.7 montre la distribution de l'échantillon pour toutes les catégories.

Figure 7. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS > 5) en fonction de la fréquence des déplacements de plus de 2 heures du cycle veille-sommeil.



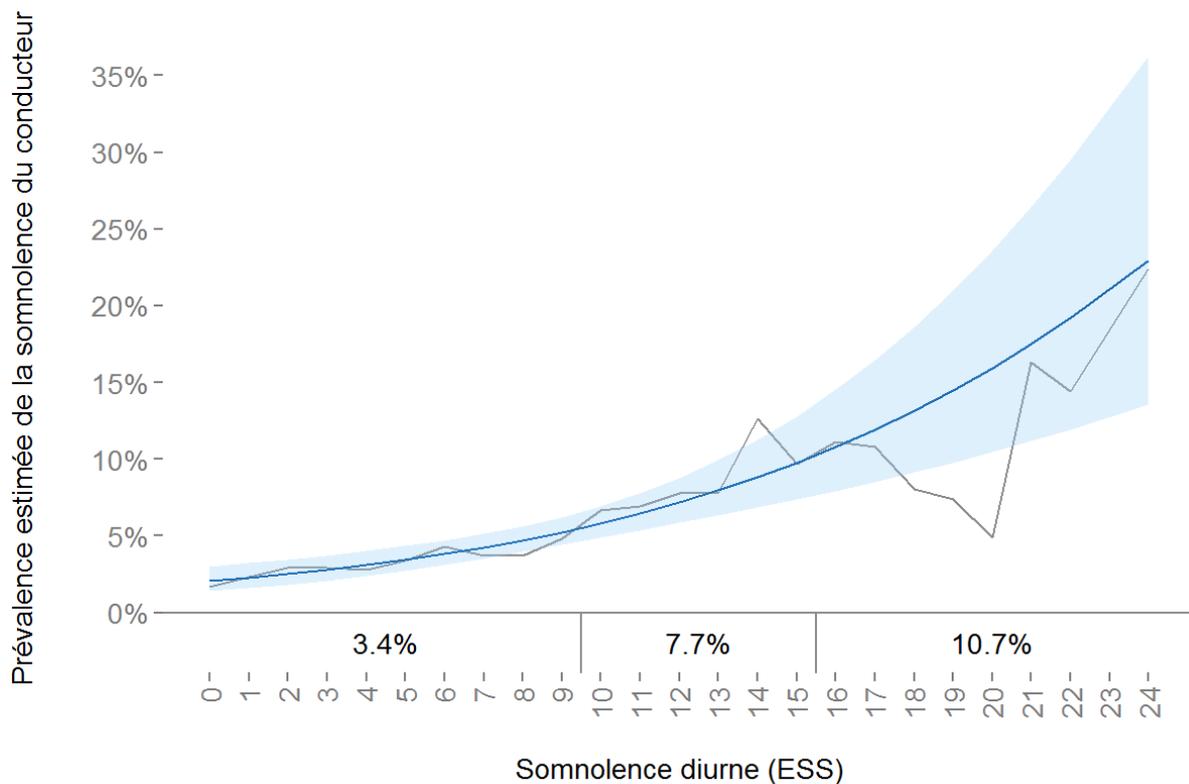
3.2.7 La somnolence diurne

L'échelle de somnolence d'Epworth (ESS) a été utilisée pour mesurer la probabilité que les conducteurs somnolent ou s'endorment dans des situations de la vie quotidienne (voir l'annexe 2.21), c'est-à-dire la somnolence diurne. Les scores supérieurs à 9 sont généralement associés à un état pathologique (29 % des conducteurs). Les scores supérieurs à 15 indiquent généralement une pathologie grave (3 % des conducteurs). La distribution de tous les scores de l'échantillon est fournie à l'annexe 1.8.

Comme le montre la Figure 8, il existe une relation positive entre la somnolence diurne et la prévalence de la somnolence du conducteur. L'effet individuel des scores de l'ESS (et l'intervalle de confiance à 95 %) est représenté en bleu. La ligne grise irrégulière montre la prévalence estimée dans l'échantillon de l'étude sur base du modèle de régression complet. Les pourcentages indiqués dans le bas du graphique indiquent la prévalence estimée pour les catégories suivantes : $ESS\ 0 < A \leq ESS\ 9 < B \leq ESS\ 15 < C \leq ESS\ 24$.

Pour les scores ESS allant jusqu'à 15, la prévalence de la somnolence chez le conducteur augmente d'environ 1 % environ toutes les deux unités sur l'échelle ESS. Pour les scores supérieurs à 15, l'augmentation est beaucoup plus importante.

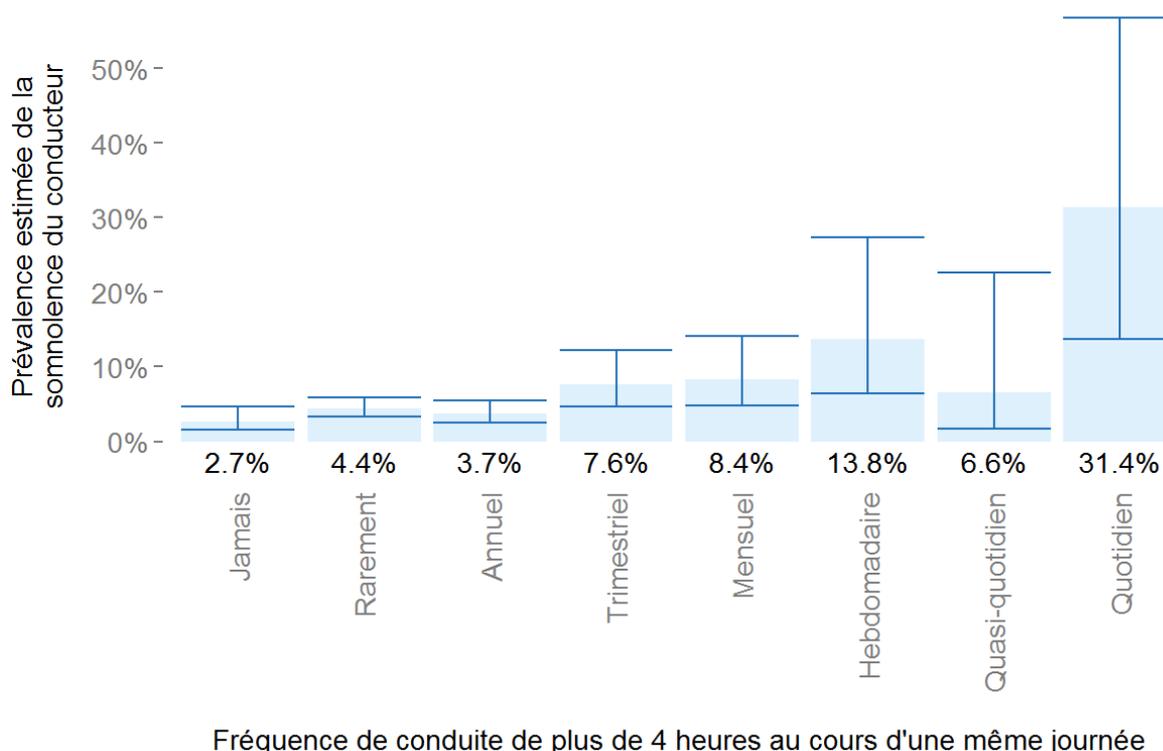
Figure 8. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS > 5) en fonction de la somnolence diurne mesurée sur l'échelle de somnolence d'Epworth (ESS).



3.2.8 La fréquence de conduite

La prévalence de la somnolence augmente en fonction de la fréquence à laquelle les conducteurs passent plus de quatre heures derrière le volant au cours d'une même journée. C'est ce que montre la Figure 9. Les barres de l'histogramme indiquent l'effet individuel de la variable ordinale. On observe une augmentation linéaire significative de la prévalence de la somnolence du conducteur avec la fréquence avec laquelle le conducteur roule plus de quatre heures par jour. Pour les conducteurs qui passent plus de quatre heures au volant chaque jour, la prévalence atteint jusqu'à 31,4 %. Il semble y avoir une prévalence plus faible que prévu dans la deuxième catégorie la plus extrême (« Presque tous les jours »), mais cette tendance n'était pas significative. La distribution des différentes catégories de l'échantillon est présentée à l'Annexe 1.9c.

Figure 9. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS > 5) en fonction de la fréquence avec laquelle le conducteur roule plus de quatre heures au cours d'une même journée.



3.2.9 Historique d'accidents

La prévalence de la somnolence du conducteur est plus élevée chez les conducteurs ayant provoqué un accident (1,9 % des conducteurs) ou un quasi-accident (5,8 % des conducteurs) au volant d'une voiture au cours des 12 derniers mois. La prévalence estimée de la somnolence est estimée à 10,8 % pour ces conducteurs (intervalle de confiance à 95% = [7.1%, 16%]). Bien qu'aucun des accidents signalés n'ait été en lien avec la somnolence, 11,3 % des répondants qui déclarent un quasi-accident lient ce dernier à la somnolence.

3.3 Analyses distributionnelles

Cette section examine l'association entre la somnolence du conducteur et les variables catégorielles à plus de deux modalités. Ces variables sont traitées dans des analyses séparées pour les raisons évoquées au début de ce chapitre. L'analyse consiste spécifiquement en l'application de tests exacts de Fisher ($\alpha = 0,05$) à chaque modalité de la variable. Pour les variables *régime de travail*, *niveau d'études*, *activité professionnelle*, *causes de la fatigue mentale* et *actions entreprises pour prévenir ou combattre la somnolence*, ces tests produisent un résultat significatif pour au moins une des modalités. Ces résultats sont décrits dans les sections 3.3.1 à 3.3.5. Les variables suivantes ne sont pas associées significativement avec la somnolence du conducteur :

- ▶ *Le lieu de résidence* : la prévalence de la somnolence du conducteur ne diffère pas significativement entre les trois régions administratives de Belgique : la région Bruxelles-Capitale, la région flamande et la région wallonne. La distribution de l'échantillon en fonction de ces régions est décrite dans l'Annexe 1.2.
- ▶ *Le régime de travail* : deux variables contextuelles catégorielles étaient liées au régime de travail : le régime de travail en général (*régulier* ; *irrégulier* ; *shifts réguliers*) et le travail effectué en dehors des heures normales de bureau (*soirée* ; *week-end* ; *matin* ; *nuits*). Comme dans le cas des variables numériques relatives au régime de travail (c'est-à-dire le nombre hebdomadaire de jours/heures consacrés au travail et la fréquence du travail en dehors des heures de bureau), aucune association significative n'a pu être observée avec la somnolence du conducteur. La plupart des

conducteurs ayant un emploi avaient un régime de travail régulier (régulier : 73 %; irrégulier : 22 %; shifts réguliers : 6 %). Les conducteurs qui travaillent en dehors des heures de bureau le font le plus souvent en soirée et les week-ends (soirées : 33 % ; week-end : 31% ; matin : 25 % ; nuits : 12 %).

3.3.1 Le régime de travail

Nous avons demandé aux conducteurs d'indiquer leur régime d'emploi parmi cinq catégories : [1] un emploi à temps plein (43,7 % de l'ensemble des conducteurs), [2] au chômage ou retraité (43,4 %), [3] un emploi à temps partiel (10,6 %), [4] plusieurs emplois à temps partiel dépassant un taux d'emploi de 100 % (1,4 %) et [5] emplois à temps partiel multiples ne dépassant pas un taux d'emploi de 100 % (0,9 %). Pour les deux catégories les plus fréquentes - l'emploi à temps plein et les chômeurs/retraités - la prévalence de la somnolence du conducteur diffère considérablement de la moyenne (= 4,8 %; voir le tableau 1). La prévalence est plus élevée que la moyenne pour les conducteurs ayant un emploi à temps plein (7,7 %) et inférieure à la moyenne pour les conducteurs chômeurs/retraités (1,7 %).

Tableau 1. Comparaison de la répartition des régimes d'emploi entre les conducteurs somnolents (KSS > 5) et non somnolents. Les fréquences indiquées en caractères gras sont significativement différentes pour les conducteurs « somnolents » et « non-somnolents ».

	Distribution			Prevalence de la somnolence
	<i>En général</i>	<i>Non-somnolent</i>	<i>Somnolent</i>	
Emploi à temps plein	43.7%	42.4%	70.8%	7.7%
Au chômage / Retraité	43.4%	44.8%	15.0%	1.7%
Emploi à temps partiel	10.6%	10.6%	11.7%	-
Plusieurs emplois à temps partiel > 100%	1.4%	1.4%	0.8%	-
Plusieurs emplois à temps partiel < 100%	0.9%	0.9%	1.7%	-

3.3.2 Le niveau d'études

Les conducteurs ont indiqué leur niveau d'études le plus élevé parmi quatre catégories : [1] inférieur à secondaire (11 % de l'ensemble des conducteurs), [2] secondaire (30 %), [3] bachelor (38,7 %) et [4] master (20,5 %). Parmi les conducteurs somnolents, nous notons une représentation beaucoup moins importante d'individus dont le degré d'études le plus élevé est un diplôme de l'enseignement secondaire. En même temps, ce groupe contient beaucoup plus de conducteurs titulaires d'un master (voir le tableau 2). En d'autres termes, les conducteurs titulaires d'un master sont surreprésentés parmi les conducteurs somnolents, tandis que les conducteurs titulaires d'un diplôme de l'enseignement secondaire sont sous-représentés. La prévalence estimée de la somnolence au volant est en effet supérieure à la moyenne (= 4,8 %) chez les titulaires d'un master (6,6 %) et inférieure chez les titulaires d'un diplôme de l'enseignement secondaire supérieur (3,5 %).

Tableau 2. Comparaison de la répartition des niveaux d'éducation entre les conducteurs somnolents (KSS > 5) et non somnolents. Les fréquences indiquées en caractères gras sont significativement différentes pour les conducteurs « somnolents » et « non-somnolents ».

	Distribution			Prevalence de la somnolence
	<i>En général</i>	<i>Non-somnolent</i>	<i>Somnolent</i>	
Master	20.5%	20.0%	28.3%	6.6%
Bachelor	38.7%	38.5%	41.7%	-
Secondaire	30.0%	30.3%	21.7%	3.5%
Inférieur à secondaire	11.0%	10.9%	8.3%	-

3.4 L'activité professionnelle

Les activités professionnelles sont classées en quatre catégories : [1] les employés (36,8 % de tous les conducteurs), [2] les cadres (7,9 %), [3] les ouvriers (5,8 %), [4] les travailleurs indépendants (4,5 %). Dans 44,9 % des cas, l'activité professionnelle était inexistante (chômage/retraite) ou n'a pas été renseignée par le répondant. Tout comme pour la variable « régime de travail » décrite ci-dessus (section 3.3.1), cette dernière catégorie (« Aucune/Inconnu ») est significativement moins bien représentée chez les conducteurs somnolents. Au contraire, nous observons un nombre significativement plus élevé d'employés et de cadres au sein de ce groupe (voir tableau 3). La prévalence de la somnolence au volant correspondante est de 6,9 % chez les employés et de 8,9 % chez les cadres.

Tableau 3. Comparaison de la répartition des activités professionnelles entre conducteurs somnolents (KSS> 5) et non somnolents. Les fréquences indiquées en caractères gras sont significativement différentes pour les conducteurs « somnolents » et « non-somnolents ».

	Distribution			Prevalence de la somnolence
	<i>En général</i>	<i>Non-somnolent</i>	<i>Somnolent</i>	
Aucune/Inconnu	44.9%	46.3%	15.8%	1.8%
Employé	36.8%	36.0%	53.3%	6.9%
Cadre	7.9%	7.6%	15.0%	8.9%
Ouvrier	5.8%	5.7%	8.3%	-
Travailleur indépendant	4.5%	4.3%	7.5%	-

3.4.1 Les causes de fatigue mentale

Qu'ils aient signalé ou non avoir connu un épisode de somnolence au volant, tous les répondants ont reçu une liste de circonstances réputées exercer un effet chronique négatif sur la qualité du sommeil. Ils ont été invités à indiquer les circonstances auxquelles ils sont confrontés. Plus précisément, nous leur avons demandé : « Êtes-vous confronté à l'une ou plusieurs des situations suivantes, ayant un impact négatif important sur la qualité de votre sommeil ? ». Le tableau 4 montre la liste des situations et les fréquences observées chez les conducteurs somnolents et non somnolents. Les cinq situations les plus fréquemment rapportées sont [1] le stress et/ou la dépression (21,1 % de l'ensemble des conducteurs), [2] les interruptions du sommeil (20 %), [3] l'obligation de se lever tôt (17,4 %), [4] un sommeil superficiel (17,4 %) et [5] des difficultés à s'endormir (15,8 %). En dehors du fait qu'elles sont plus fréquemment rapportées par l'ensemble des conducteurs, nous observons également une fréquence significativement plus élevée de ces situations chez les conducteurs somnolents. En outre, les conducteurs somnolents signalent plus fréquemment des heures de travail irrégulières, des ronflements excessifs, des membres de la famille ayant des problèmes de sommeil⁸, et une insomnie chronique. Par rapport aux cinq catégories les plus fréquentes, la fréquence globale des derniers cas est relativement faible (voir tableau 4). Il apparaît que parmi les situations les plus fréquentes, l'obligation de se lever tôt est associée à la prévalence la plus importante de la somnolence du conducteur.

⁸ Les commentaires supplémentaires donnés par les répondants semblent indiquer que les soins apportés aux jeunes enfants sont principalement mis en cause.

Tableau 4. Comparaison de la répartition des situations ayant un effet négatif chronique sur la qualité du sommeil entre conducteurs somnolents (KSS> 5) et non somnolents. Les fréquences indiquées en caractères gras sont significativement différentes pour les conducteurs « somnolents » et « non-somnolents ».

	Distribution			Prevalence de la somnolence
	<i>En général</i>	<i>Non-somnolent</i>	<i>Somnolent</i>	
Stress/Dépression	21.1%	20.4%	35.0%	7.7%
Interruptions du sommeil	20.0%	19.4%	31.7%	7.4%
Obligation de se lever tôt	17.4%	16.3%	40.8%	10.9%
Sommeil superficiel	17.4%	16.9%	28.3%	7.6%
Difficultés à s'endormir	15.8%	15.1%	29.2%	8.6%
Partenaire qui ronfle	15.3%	15.1%	18.3%	-
Besoin de soins des membres de la famille	11.5%	11.2%	16.7%	-
Douleur chronique	9.7%	9.6%	11.7%	-
Heures irrégulières de travail	8.1%	7.5%	21.7%	12.4%
Ronflements intenses	7.9%	7.5%	14.2%	8.4%
Bruit	6.0%	5.9%	8.3%	-
Membres de la famille avec des problèmes de sommeil	5.0%	4.7%	10.0%	9.3%
Respiration saccadée	4.2%	4.2%	4.2%	-
Problèmes de respiration	3.0%	2.9%	4.2%	-
Insomnie chronique	2.9%	2.6%	7.5%	12.2%
Consommation d'alcool	2.8%	2.9%	0.8%	-
Troubles du mouvement	2.6%	2.5%	5.0%	-
Apnées sommeil	2.4%	2.5%	1.6%	-
Consommation de drogues	0.3%	0.2%	1.7%	-

3.4.2 Les actions entreprises pour prévenir ou combattre la somnolence du conducteur

Indépendamment du fait qu'il ait ou non rapporté un état de somnolence au volant, chaque répondant a été questionné sur les stratégies éventuelles qu'il/elle a adoptées pendant le trajet pour prévenir ou combattre la somnolence. Une liste d'actions courantes compilée à partir de la littérature existante leur a été présentée. Les fréquences observées pour chaque contre-mesure sont indiquées dans le Tableau 5. Sans surprise, nous observons pour chaque contre-mesure une fréquence nettement plus élevée parmi les conducteurs somnolents. Les cinq stratégies les plus courantes sont [1] écouter la radio ou de la musique (18,8 % de l'ensemble des conducteurs), [2] ouvrir la fenêtre et/ou diminuer la température de l'air (9,1 %), [3] parler à un passager (7,3 %), [4] changer de posture (3,8 %) et [5] augmenter le volume audio (2,8 %). Il est important de noter que les contre-mesures les plus efficaces, à savoir changer de conducteur ou s'arrêter pour faire une sieste, sont le moins souvent observées (moins d'un pour cent de l'ensemble des conducteurs).

Tableau 5. Comparaison de la répartition des mesures couramment prises pour contrer la somnolence entre conducteurs somnolents (KSS > 5) et non somnolents. Pour toutes les contre-mesures, on observe Les fréquences observées sont significativement plus élevées chez les conducteurs somnolents que chez les conducteurs non-somnolents pour l'ensemble des contre-mesures.

	Distribution		
	<i>En général</i>	<i>Non-somnolent</i>	<i>Somnolent</i>
Ecouter la radio ou de la musique	18.9%	17.2%	52.5%
Ovrir la fenêtre et/ou diminuer la température de l'air	8.9%	7.1%	47.5%
Parler à un passager	7.4%	6.6%	23.3%
Changer de posture	3.8%	2.6%	27.5%
Augmenter le volume audio	2.8%	1.8%	24.2%
Manger et/ou boire	2.1%	1.7%	11.4%
S'étirer	1.2%	0.5%	15.0%
Faire une pause	1.0%	0.7%	5.8%
Consommer une boisson/ un snack énergisant€	0.8%	0.5%	5.8%
Rouler plus vite	0.7%	0.6%	2.5%
Téléphoner	0.5%	0.4%	2.5%
Changer de conducteur	0.2%	0.1%	1.7%
Prendre un stimulant	0.2%	0.0%	2.5%
Faire une sieste	0.2%	0.1%	1.7%

4 DISCUSSION

4.1 Principaux résultats

Dans un vaste échantillon ($n = 2585$) de trajets effectués sur les routes belges entre le 15 juin et le 15 juillet 2014, il apparaît que 4,8 % des automobilistes sont confrontés à la somnolence au volant. Le niveau de somnolence auto déclarée varie de « quelques signes de somnolence » (KSS = 6 ; 3,3 %) à « extrêmement somnolent avec beaucoup de mal à rester éveillé » (KSS = 9 ; 0,1 % ; voir la Section 3.1) en passant par « somnolent sans aucun mal à rester éveillé » (KSS = 7 ; 0,9 %) et « somnolent avec un peu de mal à rester éveillé » (KSS = 8 ; 0,5 %).

Diverses circonstances induisent une prévalence considérablement plus élevée que la moyenne, estimée à 4,8 %. En effet, l'analyse de régression (section 3.2) révèle les variables contextuelles suivantes sont significativement associées à une augmentation de la prévalence de la somnolence du conducteur (par ordre décroissant de la taille des effets ; l'estimation de la prévalence apparaît entre parenthèses) :

1. Passer plus de quatre heures par jour au volant (31,4 % ; voir la section 3.2.8)
2. Avoir eu moins de 8 heures de sommeil (4-8 heures : 11,1 % en moyenne ; 0-4 heures : 24,9 % en moyenne ; voir la section 3.2.5)
3. Avoir un cycle veille-sommeil irrégulier avec des changements fréquents de plus de deux heures (14,9 % ; voir la section 3.2.6)
4. Être un jeune adulte/adolescent (18-30 ans : 11,3 % en moyenne ; voir la section 3.2.1)
5. Avoir consommé deux unités standard d'alcool ou plus avant de prendre le volant (2-4 unités : 11 % en moyenne ; voir la section 3.2.4)
6. Avoir provoqué un accident ou un quasi-accident au cours des 12 derniers mois (10,8 % ; voir la section 3.2.9)
7. Souffrir de somnolence diurne excessive ($9 < ESS \leq 15$: 7,7 % en moyenne ; $ESS > 15$: 10,7 % en moyenne ; voir la section 3.2.7)
8. Conduire sur une longue distance (> 60 km : 10,5 % en moyenne ; voir la section 3.2.3)
9. Conduire en soirée ou la nuit (18 h-24 h : 7,5 % en moyenne ; 0 h-6 h : 7,9 % en moyenne ; voir la section 3.2.2)

Les analyses distributionnelles (section 3.3) indiquent que les variables contextuelles suivantes présentent également un lien significatif avec la prévalence de la somnolence du conducteur.

10. Avoir un emploi à temps plein (7,7 % ; voir la section 3.3.1)
11. Être titulaire d'un master (6,6 % ; voir la section 3.3.2)
12. Être un employé (6,9 %) ou cadre (8,9 % ; voir la section 3.3.3)
13. Être confronté à des situations ayant un effet négatif chronique sur la qualité du sommeil : stress/dépression (7,7 %), interruptions de sommeil (7,4 %), obligation de se lever tôt (10,9 %), sommeil superficiel (7,6 %), difficultés à s'endormir (8,6 %), horaires de travail irréguliers (12,4 %), ronflements intenses (8,4 %), membres de la famille ayant des problèmes de sommeil (9,3 %) et insomnie chronique (12,2 % ; voir la section 3.3.4)

La conception non-orthogonale de cette étude implique que certains de ces effets se chevauchent. Pour le premier groupe de variables contextuelles (énumérées aux points 1 à 9 ci-dessus), des corrélations sont apparues entre (1) l'âge du conducteur et la cohérence du cycle veille-sommeil, ce qui montre une tendance à une cohérence plus élevée parmi les conducteurs plus âgés, (2) la fréquence de conduite et la distance du trajet, les conducteurs qui roulent fréquemment parcourent aussi plus souvent de longues distances et (3) la durée du sommeil et l'heure de départ, ce qui montre que les conducteurs ayant davantage circulé aux alentours de minuit ont souvent passé moins de temps dans leur lit. Pour le second groupe (voir les points 10 à 13), les corrélations étaient parfois très explicites. Les activités

professionnelles, par exemple, dépendent clairement du fait d'être employé. Il existait également des corrélations avec le premier groupe de variables, par exemple, être à la retraite et être plus âgé.

Ces dépendances doivent être prises en compte lors de la déduction des effets combinés des variables contextuelles énumérées ci-dessus. Pour les employés et les cadres d'un âge donné, par exemple, le risque de somnolence au volant sera inférieur à la somme des effets individuels (à savoir les augmentations/diminutions par rapport à la valeur moyenne de 4,8 %). Puisque les employés et les cadres ont tendance à être plus jeunes⁹, les effets individuels de l'activité professionnelle, et de l'âge dans une certaine mesure, reflètent la même part de la variation observée de somnolence du conducteur. Savoir quelle partie de la variance précisément est due à l'âge et quelle autre partie reflète l'activité professionnelle nécessite un plan orthogonal précis dans le recrutement des répondants.

En dépit de ces dépendances, toutes les variables contextuelles visées aux points 1 à 9 ci-dessus ont un effet unique significatif sur la prévalence de la somnolence du conducteur : elles expliquent chacune une partie de la variance qui ne peut être expliquée par d'autres variables contextuelles. Par conséquent, nous pouvons conclure que le scénario suivant représente la plus forte prévalence de somnolence du conducteur : une jeune personne qui a dormi moins de 8 heures et est au volant d'une voiture pour une longue distance, vers minuit après, avoir consommé de l'alcool. Il ou elle conduit fréquemment une voiture et ce faisant, a provoqué un accident ou un quasi-accident au cours des 12 derniers mois. Il ou elle présente également un cycle irrégulier veille-sommeil et se sent souvent somnolent(e) pendant la journée.

4.2 Comparaison avec d'autres études

4.2.1 Prévalence de la somnolence du conducteur

Les résultats ci-dessus fournissent un premier aperçu direct de la prévalence de la somnolence au volant en Belgique sur base des déplacements. Ce résultat est obtenu grâce au développement d'une nouvelle méthode : un questionnaire en ligne ne concernant qu'un seul trajet au cours des dernières 24 heures. Comme dans la plupart des études internationales, les données belges précédentes portent sur la fréquence de la somnolence au volant au cours d'intervalles de temps, et non lors de trajets réels. Dans l'enquête nationale menée par l'IBSR en 2012 sur les attitudes envers la sécurité routière, 58 % des répondants déclarent avoir ressenti un état de somnolence au volant au moins une fois au cours des 12 derniers mois (Meesmann & Boets, 2014). Il est impossible de traduire ce résultat, qui intègre tous les voyages simples au cours de la dernière année, en une estimation de la somnolence au volant *à un moment donné*. Ce niveau de détail demande des mesures de la somnolence en fonction de trajets réels, comme dans l'approche actuelle (voir l'effet de l'heure de départ à la Figure 3). La méthode actuelle présente en outre l'avantage supplémentaire d'estimer la somnolence dans un cadre totalement anonyme et sur une échelle dont la validité externe a été démontrée.

Afin de permettre une comparaison avec l'enquête sur les attitudes de l'IBSR, les participants présents sont également invités à rapporter la fréquence des états de somnolence au volant au cours de la dernière année. Fait intéressant, 75,4 % des répondants actuels indiquent avoir connu un épisode de somnolence au volant au moins une fois, ce qui représente une augmentation de 17,4 % par rapport aux valeurs observées dans l'enquête sur les attitudes de 2012 (avec une question identique). Il est difficile d'attribuer cette différence à des dissemblances de caractéristiques de l'échantillon. Le pourcentage ci-dessus est corrigé pour la proportion inférieure des jeunes conducteurs de la présente étude et des répartitions similaires sont observées au niveau du kilométrage hebdomadaire, des niveaux d'étude et des activités professionnelles. Cela peut s'expliquer par le fait que dans la présente étude, les répondants se concentrent plus sur la somnolence et se remémorent plus d'épisodes de somnolence au volant. Une deuxième explication possible est que l'enquête sur les attitudes de 2012 a été menée en face-à-face, ce qui pourrait avoir donné lieu à un niveau plus élevé de réponses socialement acceptables (ne pas admettre la somnolence au volant).

Les résultats ci-dessus peuvent également être comparés aux données belges obtenues dans une enquête européenne de 2013 sur la somnolence au volant (dans le cadre du projet « Wake-Up Bus » ; Lucas & Araújo, 2013). Cette enquête indique que 21,9 % des 954 répondants se sont endormis au volant au moins une fois au cours des deux dernières années (moyenne européenne = 20,5 %). Dans l'étude actuelle,

⁹ Au moins une partie de cette corrélation reflète la retraite.

21,6 % des répondants ont déclaré s'être endormis au volant, mais sur un intervalle d'un an. À l'instar de la présente étude, l'enquête Wake-Up Bus a été menée en ligne et ne concernait que la somnolence au volant. Cette apparente divergence peut être interprétée par le fait que la somnolence du conducteur au niveau intra-individuel est corrélée à un tel point que demander aux conducteurs s'ils se sont endormis au volant au cours de l'année passée ou des deux dernières années ne fait plus aucune différence. Le résultat, qui démontre que la somnolence du conducteur est associée à plusieurs caractéristiques individuelles (relativement constantes), soutient clairement ce fait.

Seules quelques études internationales abordent la question de l'estimation de la somnolence du conducteur par rapport à la conduite réelle. En se basant sur une étude d'observation avec des voitures instrumentées aux États-Unis (Neale et al., 2005), Klauer et al. (2006) arrivent à une estimation de 2 %. Il est difficile de comparer ce nombre à la présente estimation car les « cas » de cette étude consistent en une sélection aléatoire de fragments vidéo de 6 secondes et non des trajets. En revanche, Connor et al. (2001), et Herman et al. (2014) arrêtent des voitures au hasard et interrogent les conducteurs sur la somnolence au cours du trajet. Les deux font état d'une estimation de la prévalence d'environ 1 %. Toutefois, comme indiqué dans l'introduction, ces deux études souffrent du risque de sous-déclaration pour au moins deux raisons. Premièrement, elles utilisent une échelle de somnolence qui ne fait pas de distinction claire entre les états de somnolence et de non-somnolence. Deuxièmement, il est possible qu'un niveau de réponses socialement acceptables plus élevé ait été donné. Bien entendu, la différence avec l'estimation belge de 4,8 % doit également être interprétée en tenant compte de la différence radicale entre les réseaux routiers et les comportements au volant en Nouvelle-Zélande (Connor et al., 2001) et aux îles Fidji (Herman et al. 2014).

4.2.2 Les associations avec la somnolence du conducteur

La plupart des associations avec la somnolence au volant observées correspondent aux résultats précédents de la littérature internationale. Contrairement à ces études antérieures, le présent travail examine conjointement les effets d'un grand nombre de variables contextuelles. Ci-dessous, les liens avec les études pertinentes sont étudiés pour chacun des effets observés dans notre étude.

L'âge du conducteur. Pratiquement toutes les études sur la somnolence au volant qui stratifient les résultats par rapport à l'âge constatent que la somnolence au volant est particulièrement répandue parmi les jeunes (p.ex. Paquet et al., 1995 ; Horne et Reyner, 1995 ; Maycock, 1995 ; Masten et al., 2006 ; Radun et Radun, 2009 ; Goldenbeld et al., 2011 ; Teft, 2012 ; Phillips et Sagberg, 2013 ; Wheaton et al., 2014). La comparaison des différents chiffres n'est cependant pas simple, parce qu'il est courant de découper la variable d'âge en classes arbitraires (par définition) avec de nombreuses variations dans les limites choisies. À la place, la présente étude traite cette variable dans le détail (voir la Figure 2), ce qui permet une quantification directe de la réduction *continue* de la prévalence de la somnolence au volant avec l'âge.

L'heure de départ. La relation entre la somnolence au volant et l'heure de conduite a été démontrée à maintes reprises dans les analyses de rapports d'accidents. Au Royaume-Uni, Maycock (1995) a constaté que 36 % de tous les accidents de voiture survenus entre minuit et 4 heures sont liés au sommeil, tandis que pour les accidents survenus entre 8 heures et midi, ce pourcentage n'est que de 4 %. Aux États-Unis, Masten et al. (2006) ont estimé qu'environ 40 à 50 % des accidents nocturnes, mais que seulement 10 à 20 % des accidents survenus le jour, sont liés au sommeil (voir aussi p.ex., Philip et al., 1999 ; van den Berg et Landstrom, 2006).

La longueur du trajet. La conduite automobile exige un haut niveau de vigilance constant et représente une tâche cognitive très exigeante. Dès lors, plus l'épisode de conduite (ou « temps passé à la tâche ») est long, plus le risque de fatigue mentale, qui est une cause directe de la somnolence, est important. Plusieurs études ont illustré ce fait (p.ex. Åkerstedt et al., 2010 ; Masten et al., 2006 ; Phillips et Sagberg, 2013).

La consommation d'alcool avant la conduite. Il est un fait bien établi que même de faibles niveaux de consommation d'alcool augmentent les effets altérateurs de la somnolence sur l'aptitude à conduire (par exemple, Rhoers et al. 1994 ; Horne et al., 2003 ; Banks et al., 2004 ; Vakulin et al., 2009 ; Barret et al., 2005). Les enquêtes sur les données d'accident ont montré que près de 15 à 20 % des accidents liés au sommeil impliquent également une consommation d'alcool (Paquet et al., 1995 ; Wang et al., 1996 ; 2006 Masten et al. ; Radun et Radun, 2009)

La durée du sommeil. La privation de sommeil est la cause la plus immédiate de la somnolence au volant et cette relation a été observée dans de nombreuses études (p.ex. McCartt et al., 1996 ; Philip et al., 1999 ; Stutts et al., 1999 ; Masten et al., 2006 ; Goldenbeld et al., 2011 ; Wheaton et al., 2014). Il a été observé que les effets d'un sommeil limité sont aussi clairement liés au fait que les conducteurs somnolents signalent plus souvent des facteurs ayant un effet négatif sur la qualité du sommeil (voir tableau 4).

La cohérence du cycle veille-sommeil. Les effets d'un cycle veille-sommeil irrégulier sont étroitement liés au problème bien établi de la somnolence au volant chez les travailleurs en activité. Une surreprésentation de cette sous-population a souvent été observée dans les statistiques sur la somnolence au volant et sur les accidents liés au sommeil (p.ex. Gold et al., 1992 ; McCartt et al., 1996 ; Hanecke et al., 1998 ; Masten et al., 2006). Le fait que les conducteurs somnolents souffrent plus souvent des heures de travail irrégulières comme le rapporte la présente étude, concordent également avec ces résultats (voir le tableau 4). Même si la somnolence du conducteur augmente généralement en fonction de la croissance de la fréquence des déplacements du cycle veille-sommeil, nous observons une prévalence plus faible que prévue dans la catégorie la plus fréquente (voir Figure 7). Ceci indique une certaine accoutumance potentielle.

La somnolence diurne. La relation entre la somnolence du conducteur et la somnolence diurne auto déclarée sur l'échelle d'Epworth a été démontrée dans de nombreuses autres études (p.ex. Maycock, 1996 ; Stutts et al., 1999 ; Masten et al., 2006 ; Powell et al., 2010 ; Philip et al., 2010 ; Sagaspe et al., 2010 ; Goldenbeld et al., 2011 ; Lucas & Araújo, 2013). Dans l'étude sur le sommeil Wake-Up Bus mentionnée ci-dessus, Lucas & Araújo (2013) observent que 39,7 % des 954 répondants belges atteignent des scores ESS supérieurs à 9. Ceci représente un pourcentage nettement plus élevé que les 29 % actuellement observés. L'une des explications possibles est que les participants de l'étude rapportent les épisodes de somnolence diurne par rapport à une période plus récente car les questions de l'enquête portent principalement sur le sommeil/la somnolence au cours des dernières 24 heures. L'étude Wake-Up Bus concerne la somnolence au volant au cours des 2 dernières années. Il ne semble dès lors pas improbable que dans un tel contexte, où la somnolence diurne est évaluée au cours de longues périodes, les répondants attribuent des scores plus élevés.

La fréquence de conduite. Le fait que les conducteurs professionnels soient des sujets particulièrement à risque face à la somnolence au volant est clairement compatible avec la fréquence de conduite (p.ex. Horne et Reyner, 2001 ; Masten et al., 2006 ; Philippe et al., 2010 ; Goldenbeld et al., 2011). McCartt et al. (1996), Stutts et al. (1999), Masten et al. (2006) et Goldenbeld et al. (2011) constatent aussi spécifiquement une relation entre la somnolence au volant et le nombre d'heures quotidiennes passées au volant (voir Figure 9).

L'historique d'accidents. Un certain nombre d'études établit un lien entre la somnolence au volant et les statistiques d'accidents au niveau individuel. Powell et al. (2010) ont découvert une corrélation significative entre les taux d'accidents individuels et la survenue de quasi-accidents dus à la somnolence. De même, Sagaspe et al. (2009) ont observé que le fait d'avoir au moins vécu un épisode de somnolence au volant au cours de l'année précédente se classe comme l'un des meilleurs prédicteurs d'incidence tant des quasi-accidents que des accidents (voir aussi Stutts et al., 1999). Comme l'ont affirmé Powell et al. (2010), les quasi-accidents pourraient fournir un point de départ utile pour l'établissement de stratégies de gestion de la sécurité routière contre la somnolence au volant, par analogie avec ce que l'on appelle les « systèmes de gestion des quasi-accidents » qui ont été appliqués dans divers contextes industriels (par exemple, Andriulo & Gnoni, 2014).

Le régime d'emploi. La sous-représentation des personnes sans emploi/des retraités parmi les conducteurs somnolents est une conclusion qui a également été proposée dans un certain nombre d'études antérieures (par exemple, Wheaton et al., 2014 ; Goldenbeld et al., 2011). Stutts et al. 1999 constatent également que les personnes sans emploi/les retraités sont sous-représentés dans les accidents de voiture liés au sommeil.

Le niveau d'études. Ce sujet reçoit une attention limitée. Néanmoins, un certain nombre d'études soutiennent l'hypothèse selon laquelle la somnolence du conducteur est particulièrement répandue parmi les individus les plus instruits (p. ex. McCartt et al., 1996 ; Sagberg, 1999 ; Goldenbeld et al., 2011).

L'activité professionnelle. En dehors du lien global avec la conduite professionnelle, aucun lien entre la somnolence du conducteur et les différentes activités professionnelles ne semble avoir été établi par le passé (p.ex. Philip et al., 2010). Néanmoins, les résultats actuels (prévalence plus élevée de la somnolence du conducteur parmi les employés et les cadres) concordent avec ceux de Maycock (1997) et de

Goldenbeld et al. (2011), qui concluent à une prévalence plus élevée de la somnolence parmi les conducteurs de voitures de leasing. Intuitivement, le profil des conducteurs de voiture de leasing semble s'aligner sur celui des employés et des cadres.

Le sexe. Assez étonnamment, les résultats actuels ne reproduisent pas d'association significative entre le sexe et la somnolence du conducteur. La grande majorité de la littérature internationale montre que les conducteurs conduisent plus souvent en état de somnolence que les conductrices. Cette observation a également été clairement identifiée dans l'enquête nationale sur les attitudes envers la sécurité routière menée en 2012 par l'IBSR (Meesmann et Boets, 2014). Ceci pourrait être lié à la plus faible pénétration de la présente étude chez les jeunes conducteurs¹⁰. Plus précisément, un certain nombre d'études démontre que la fréquence plus élevée de conducteurs somnolents masculins apparaît principalement chez les jeunes conducteurs (p.ex. Radun & Radun, 2009). Les données actuelles reproduisent cette interaction au niveau numérique : comme illustré à l'annexe 3, chez les jeunes conducteurs, la prévalence de la somnolence du conducteur est en moyenne plus élevée pour les conducteurs de sexe masculin, mais cette interaction n'atteint toutefois pas un niveau significatif.

Les actions entreprises pour prévenir ou combattre la somnolence du conducteur. La dernière comparaison à effectuer avec la littérature internationale concerne les actions entreprises par les conducteurs pour prévenir ou combattre la somnolence. Comme indiqué dans la présentation des résultats, les deux contre-mesures les plus efficaces, « laisser le volant à quelqu'un d'autre » et « s'arrêter pour faire une sieste », sont les moins fréquentes. Ce modèle est observé de nombreuses fois auparavant. Vanlaar et al. (2008), par exemple, demandent aux conducteurs d'identifier les stratégies utilisées pour prévenir/combattre la somnolence et d'en évaluer l'efficacité. Ils constatent que les stratégies évaluées comme étant les plus efficaces, à savoir « demander à un passager de conduire » et « s'arrêter pour faire une sieste ou dormir », apparaissent parmi les stratégies les moins fréquemment adoptées (voir aussi p.ex. Maycock, 1997 ; Stutts et al., 1999 ; van den Berg et Landström, 2006 ; Gershon et al. (2011) ; Nordbakke & Sagberg, 2007 ; Anund et al., 2008 ; Goldenbeld et al. 2011). Bien entendu, le fait que (1) des passagers en mesure de prendre le volant ne sont pas toujours présents et que (2) un emplacement (sécurisé) approprié pour la sieste n'est souvent pas disponible joue un rôle important dans ce modèle. En relation avec cette dernière question, nous constatons également une fréquence relativement faible du nombre de conducteurs somnolents qui s'arrêtent fréquemment pour faire une pause (sans sieste) par rapport à d'autres études. Or, aux Pays-Bas, Goldenbeld et al. (2011) ont constaté que faire une pause est la troisième stratégie la plus courante pour lutter contre la somnolence au volant (résultats similaires à ceux obtenus par Maycock, 1997 ; Nordbakke & Sagberg, 2007 ; Anund et al., 2008 ; Van den Berg et Landström, 2006 ; Van Laar et al., 2008). Dans le projet européen Sartre 4, il est également constaté que par rapport à la moyenne européenne, les conducteurs belges sont beaucoup moins enclins à s'arrêter pour faire une pause (voir Meesmann & Boets, 2012). Il pourrait, dès lors, être intéressant d'étudier le lien éventuel de cette différence avec la disponibilité des aires de repos ou la distance moyenne parcourue par trajet individuel. Une étude menée par Gershon et al. (2011) démontre que les conducteurs non professionnels préfèrent les stratégies dans la voiture, c'est-à-dire des stratégies qui n'impliquent pas de mesures spéciales/inhabituelles avant ou pendant la conduite. Comme la plupart des autres études, y compris la présente, cette étude montre que les stratégies dans la voiture les plus courantes consistent à diminuer la température de l'air et d'écouter la radio/de la musique. Fait intéressant, Schwartz et al. (2010) ont mené des expériences pour évaluer les effets de ces deux actions particulières. Ils ont été incapables de démontrer les effets éventuels de l'ouverture d'une fenêtre sur la somnolence du conducteur (en se basant sur la durée de clignement des yeux et les scores KSS comme proxy). Allumer la radio a entraîné une réduction de la somnolence, mais de manière transitoire et à une échelle très modeste (voir également Cummings et al., 2001).

4.3 Portée des résultats

Les nombreux facteurs qui influent sur la prévalence de la somnolence du conducteur illustrent la complexité de cette question et démontrent qu'il est très important de traiter la prévalence globale de 4,8 % uniquement comme une appréciation indicative de l'ampleur du phénomène. Les relations ci-dessus représentent sans aucun doute une partie d'un ensemble plus vaste de variables présentant un rôle important dans la somnolence au volant.

¹⁰ Les résultats ont par conséquent été pondérés selon l'âge.

Pour l'interprétation des résultats actuels et pour les futures recherches, il est important de garder à l'esprit, par exemple, que la présente étude a été réalisée à un moment précis au cours de l'année : de la mi-juin à la mi-juillet. Peu d'études portent sur les variations saisonnières de la prévalence de la somnolence au volant, mais les données disponibles suggèrent l'existence d'un rôle potentiel critique. Soixante-six pour cent des chauffeurs de bus et de camions interviewés par van den Berg et Landström (2006) désignent l'automne comme étant la saison la plus problématique pour la somnolence au volant (suivie par l'hiver : 21 %). Radun et Radun (2009), d'autre part, signalent un pic dans les délits liés à la fatigue en Finlande en juillet. L'effet de la période de l'année est probablement lié aux variations sociologiques, météorologiques et de luminosité. En Belgique, juillet est le début de la saison des vacances d'été. Les analyses ne révèlent cependant pas de différence significative au niveau de la somnolence du conducteur entre les réponses recueillies en juin (60 %) et en juillet (40 %).

En ce qui concerne les conditions météorologiques, Masten et al. (2006) constatent que les accidents liés au sommeil se produisent le plus souvent lorsqu'il y a de la brume et le moins souvent quand il pleut/neige. Klauer et al. (2006) montrent un lien clair entre la somnolence du conducteur et un éclairage réduit. Les conditions d'éclairage varient bien sûr avec d'autres modèles quotidiens, mais étant donné l'interaction avec le système circadien humain (p.ex. Duffy et Wright, 2005), les variations d'éclairage pourraient provoquer d'importantes différences saisonnières au niveau de la somnolence au volant.

Il convient également de garder à l'esprit que l'étude actuelle ne cible que les automobilistes. Il s'agit là d'un choix délibéré. La somnolence au volant des conducteurs de poids lourds et d'autobus doit être examinée dans un contexte fondamentalement différent. Contrairement à la conduite automobile, il existe des règlements stricts (au niveau européen) concernant les temps de conduite des chauffeurs de camions et d'autobus : le temps de conduite ne doit pas dépasser neuf heures par jour ou 56 heures par semaine. Les conducteurs doivent également prendre une pause d'au moins 45 minutes par tranche de 4 heures et demi de route. Étant donné ce cadre juridique, la prévalence de la somnolence au volant et l'association avec des variables contextuelles suit probablement un modèle différent pour cette population. La présente étude n'inclut les conducteurs de camionnettes. Bien que ces automobilistes ne soient liés à aucune réglementation sur le temps de conduite, le phénomène de somnolence du conducteur a potentiellement aussi des caractéristiques différentes dans cette sous-population. En effet, conduire une camionnette s'effectue souvent dans un contexte professionnel, mais à la différence de la conduite d'un camion et d'un autobus, elle n'est généralement pas associée à la conduite sur de longues distances.

La somnolence sévère au volant est souvent étudiée par rapport au syndrome d'apnée obstructive du sommeil (SAOS). Les personnes souffrant du SAOS souffrent d'un sommeil non réparateur dû aux interruptions respiratoires anormales causées par des obstructions des voies aériennes supérieures pendant le sommeil et qui peuvent durer jusqu'à 2 minutes. Les différents degrés de gravité sont définis en fonction de la fréquence de ces obstructions (minimum 10 secondes chacune). L'existence d'un lien entre la somnolence et un risque accru d'accidents de la route est démontrée dans un grand panel d'études différentes. Les méta-analyses suggèrent que chez les patients souffrant de SAOS *non traités*, le risque d'accident augmente jusqu'à 300 % par rapport à la population de référence (Vaa, 2003). Dans la législation belge relative aux permis de conduire, le SAOS est clairement répertorié comme une condition d'exclusion¹¹. En raison de cette législation, ainsi que du fait qu'un traitement efficace existe¹², le problème pour la sécurité routière n'est pas tant le diagnostic du SAOS en lui-même, mais le fait que dans de nombreux cas, le SAOS reste non diagnostiqué (p.ex. Kushida et al., 2000). Les résultats actuels confirment cette préoccupation. Deux pour cent et demi des répondants déclarent avoir été diagnostiqué positif au SAOS. La prévalence n'est pas plus élevée chez les conducteurs somnolents, mais ceci concorde avec la présence d'un traitement efficace. Fait important, 7,9 % des répondants indiquent souffrir d'une mauvaise qualité de sommeil chronique due à des ronflements excessifs, et ce pourcentage est significativement plus important dans le sous-ensemble des conducteurs somnolents (14,2 % contre 7,5 % ; voir tableau 4). Bien que le ronflement excessif ne constitue pas un diagnostic du SAOS en soi, l'association avec une dégradation de la qualité du sommeil et la somnolence du conducteur sont en ligne avec un degré significatif de sous-détection.

¹¹ En juillet 2014, l'UE a publié une directive qui identifie également le SAOS en tant que tel (2014/85/UE).

¹² Dans la majorité des cas, un traitement efficace est possible grâce à un dispositif de pression positive continue (CPAP).

Afin d'évaluer correctement les risques associés à la somnolence au volant, les résultats actuels doivent être combinés avec les données de somnolence des accidents de véhicules automobiles en Belgique. La partie la plus difficile dans cet effort pourrait consister à quantifier la somnolence dans ces cas et à sensibiliser et à former les agents publics qui s'occupent de ces accidents à cette quantification. Aujourd'hui, les estimations internationales sur la prévalence des accidents liés au sommeil varient énormément. Certains parlent de moins d'1%, d'autres de plus de 20 %. Il semble qu'une grande partie de cet écart est attribuable au fait que les études fondées sur les dossiers de la police donnent généralement de faibles pourcentages, tandis que les études basées sur des interviews post-hoc montrent des pourcentages plus élevés (p.ex. Maycock, 1995). L'un des problèmes réside dans le fait que la somnolence n'est pas toujours identifiable comme étant la cause unique d'un accident. Cependant, les chercheurs reconnaissent que les chiffres basés sur les dossiers policiers sont très susceptibles d'être sous-estimés en raison des difficultés inhérentes à la mesure du niveau de somnolence juste avant que ne se produise un accident. Masten et al. (2006), par exemple, établissent des modèles de circonstances dans les rapports d'accidents liés au sommeil aux États-Unis. Une fois ce modèle statistique appliqué aux rapports d'accidents où l'information sur la vigilance du conducteur est omise, le pourcentage d'accidents mortels liés au sommeil augmente de 3,6 à 16,5 %. Comme nous le mentionnons dans l'introduction, en Belgique, 14,8 % des accidents de voiture en 2012 impliquent un seul véhicule déviant de la route pour s'écraser sur un obstacle hors route. Il s'agit exactement des circonstances identifiées par Masten et al. (2006) comme étant les plus représentatives d'une collision liée à la somnolence. Si, en effet, la prévalence des accidents liés au sommeil en Belgique correspond à 14,8 %, la prévalence globale actuelle de 4,8 % indique clairement que la somnolence du conducteur augmente considérablement le risque d'accident. Un facteur qui aggrave fortement ce problème est que les accidents causés par un conducteur qui s'endort au volant ont tendance à être particulièrement graves : ils impliquent souvent un véhicule qui heurte un obstacle à grande vitesse sans freinage.

Un nombre croissant de preuves scientifiques indique que la somnolence en général, et pas uniquement la somnolence au volant, est un symptôme des mauvaises habitudes de sommeil de la société actuelle. La forte prévalence de la somnolence diurne chez tous les répondants de la présente étude (29 %) est clairement en ligne avec cette plus large perspective. De nombreux chercheurs soutiennent que depuis la révolution industrielle, les sociétés sont de plus en plus ignorantes des habitudes de sommeil adéquates (p.ex. Ekirch, 2001).

Plus récemment, avec le développement de l'ère numérique, les chercheurs font simultanément deux observations critiques. Tout d'abord, la quantité d'informations auxquelles les personnes sont exposées chaque jour, et même chaque heure, connaît une croissance exponentielle. En effet, l'activité neuronale associée au traitement de ces grands volumes d'informations fait du sommeil adéquat un élément de plus en plus important. Des découvertes récentes montrent, par exemple, que des déchets (potentiellement toxiques) qui proviennent de l'activité neuronale lorsque nous sommes éveillés sont évacués du cerveau pendant le sommeil (Xie et al., 2013).

La seconde observation critique est que la technologie de l'ère de l'information (les ordinateurs et, plus récemment, les smartphones et les tablettes) constitue un défi supplémentaire pour une hygiène de sommeil appropriée. Une grande partie de la population est entourée de dispositifs d'information portables pratiquement toute la journée. Selon un sondage mené en 2014 sur le sommeil en Amérique, par exemple, 89 % des adultes et 75 % des enfants ont au moins un dispositif électronique dans leur chambre. Environ 30 % des répondants déclarent avoir un smartphone ou une tablette qui reste parfois allumé toute la nuit dans leur chambre (National Sleep Foundation). Plusieurs conséquences négatives de ce comportement sont documentées. Dans une enquête norvégienne, par exemple, les répondants qui emploient souvent un téléphone mobile dans leur chambre la nuit éteignent les lumières pour dormir plus tard que ceux chez qui ce comportement est plus rare (Brunborg et al., 2011). Avec ces appareils, les réseaux sociaux actuels s'attendent à ce que les utilisateurs affichent un statut « en ligne » 24h/24, ce qui incite de nombreux membres à interrompre régulièrement leurs activités, y compris leur sommeil, afin d'interagir avec le réseau (p.ex. Eisner, 2010). Dans une étude menée sur des adolescents belges, Van den Bulck (2007) révèle que pas moins de 62 % des sujets utilisent leur téléphone après l'extinction des lumières. Fait important, une association est établie entre ce comportement et une augmentation de la somnolence diurne. Au niveau biologique, il est démontré que l'exposition à la lumière artificielle (bleue) à haute fréquence émise par ces appareils électroniques perturbe les rythmes circadiens en supprimant « l'hormone du sommeil », la mélatonine (p.ex. Wood et al., 2013).

5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La présente étude révèle qu'au niveau des voyages individuels, en moyenne 4,8 % des automobilistes belges présentent des signes de somnolence. Bien qu'en Belgique il n'existe aucune donnée exacte sur le rôle de la somnolence du conducteur dans la causalité d'accidents, la recherche internationale suggère que la somnolence au volant est en cause dans près de 20 % de tous les accidents graves. La combinaison d'une prévalence relativement basse et d'une fréquence relativement élevée dans la causalité des accidents implique un risque très important. En fait, ces chiffres peuvent être comparés à ceux de la conduite sous l'influence de l'alcool. Selon les estimations les plus récentes, 2,4 % de tous les trajets en Belgique sont effectués sous l'influence de l'alcool (Riguelle, 2014). La part dans la causalité des accidents graves atteint néanmoins les 25 % (SafetyNet, 2009). Comme la conduite sous l'influence de l'alcool, la somnolence au volant représente un défi important pour la gestion de la sécurité routière.

Cette étude démontre clairement que la prévalence de la somnolence au volant est fortement dépendante de circonstances spécifiques. La majorité de ces cas sont déjà identifiés dans des études antérieures, mais c'est la première fois qu'ils sont quantifiés conjointement dans un contexte belge. Sur base de cette quantification, le scénario suivant représente le plus grand risque pour la somnolence du conducteur : une jeune personne qui a dormi moins de 8 heures est au volant d'une voiture pour une longue distance vers minuit après avoir consommé de l'alcool. Il ou elle conduit fréquemment une voiture et ce faisant, a provoqué un accident ou un quasi-accident au cours des 12 derniers mois. Il ou elle présente également un cycle irrégulier veille-sommeil et se sent souvent somnolent(e) pendant la journée.

Des recommandations peuvent être faites à différents niveaux. Au niveau des infrastructures, des bandes rugueuses sont souvent installées en Belgique pour alerter les conducteurs que leur véhicule est à la dérive. Plusieurs études ont démontré le haut rapport bénéfice-coût de cette mesure et la poursuite de leur installation peut dès lors être encouragée. Toutefois, selon une étude menée par Anund et al. (2008), l'effet d'alerte provoqué par le contact avec ces bandes rugueuses est de très courte durée. En d'autres termes, si un conducteur somnolent est alerté par les bandes rugueuses à un endroit et à un moment donnés, cela ne signifie pas qu'il/elle restera alerte le reste du voyage. La création d'aires de repos (plus) sécurisées constitue un investissement plus coûteux au niveau de l'infrastructure, mais cette mesure est également plus bénéfique puisque l'objectif est d'éliminer la somnolence même. Une étude menée par Reyner et al. (2010) a également clairement montré l'effet bénéfique des aires de repos sur les accidents liés à la somnolence. En Belgique, la campagne de PITSTOP (De Dobbeleer et al. 2010) inclut la création d'aires de repos dédiées, mais à très petite échelle. Outre la création d'aires de repos, la signalisation de leur présence aux conducteurs pourrait également faire l'objet d'investissements.

Du côté des fabricants de voiture, on retrouve un nombre croissant de systèmes d'avertissement embarqués, spécifiquement conçus pour détecter la somnolence au volant. L'information utilisée par ces systèmes pour détecter la somnolence varie grandement (voir Horne 2013 pour un aperçu). Une distinction fondamentale peut être faite entre les paramètres de conduite (par exemple, une déviation latérale, le temps de conduite, la monotonie du trajet, la vitesse, etc.) et les paramètres biométriques (par exemple, les mouvements des yeux, les mouvements de la tête, la respiration, le rythme cardiaque, etc.). La plupart des systèmes tentent de prédire l'état de somnolence d'un conducteur en se basant sur une combinaison de ces paramètres. Outre les systèmes présents dans la voiture, on trouve également sur le marché des dispositifs portables qui utilisent des informations biométriques spécifiques (par exemple, des verres qui enregistrent les mouvements oculaires, des dispositifs placés à l'arrière de l'oreille qui détectent les hochements de la tête, des anneaux qui mesurent les réponses galvaniques de la peau). La poursuite du développement de systèmes d'alerte efficaces devrait être encouragée. Cependant, il est également essentiel d'investir dans la validation indépendante des technologies actuelles et futures. La validation ne doit pas seulement se limiter à déterminer si la somnolence au volant est détectée, mais également si elle est détectée à temps et si des signaux efficaces sont ensuite émis pour alerter les conducteurs.

À l'instar de toutes les autres technologies, ces systèmes pourraient engendrer l'effet indésirable de voir les conducteurs en devenir dépendants et ne plus parvenir à se faire leur propre jugement responsable quant à leur aptitude à conduire. Il s'agit clairement d'une question qui doit également être prise en compte dans les études de validation, mais elle montre également qu'il demeure essentiel de rappeler aux conducteurs les risques de somnolence au volant et de promouvoir un comportement responsable au volant. Le danger et les coûts sociétaux de la somnolence au volant semblent être tout aussi importants que ceux de la

conduite sous l'influence de l'alcool. Par conséquent, les investissements dans les campagnes de sécurité routière devraient être équilibrés en ce qui concerne ces deux sujets. Une mesure probablement plus importante que celle consistant à informer les conducteurs sur les risques de somnolence serait, pour les campagnes, de se concentrer sur des stratégies efficaces afin de lutter contre la somnolence au volant et de l'éviter avant tout. Lorsque la somnolence survient pendant la conduite, il est clair que les conducteurs devraient être encouragés à s'arrêter pour faire une sieste ou à passer le volant à une personne apte à conduire. Cependant, une zone de repos convenable n'est pas toujours immédiatement disponible lorsque cela se produit et un second conducteur n'est pas toujours présent. Par conséquent, il est également essentiel d'encourager les conducteurs à planifier leurs déplacements à l'avance. S'assurer d'être reposé avant d'entreprendre un voyage est la recommandation principale, mais l'identification préalable des zones de repos appropriées et/ou la présence d'un deuxième conducteur sont tout aussi importants.

Les présents résultats confirment que la somnolence au volant fait partie d'un problème plus vaste dans la société actuelle, à savoir l'absence d'une bonne hygiène de sommeil. Ils doivent donc être abordés dans une perspective plus large que la gestion de la sécurité routière seule. Tant au niveau des décideurs politiques qu'au niveau individuel, les gens doivent prendre conscience des avantages d'une bonne hygiène de sommeil et des coûts liés aux mauvaises habitudes de sommeil. Une question importante à se poser à cet égard est dans quelle mesure, dans certains contextes sociétaux, les conducteurs se sentent obligés de continuer à conduire lorsqu'ils somnolent. Parmi les causes de la mauvaise qualité du sommeil, l'enquête actuelle montre que l'obligation de se lever tôt présente la prévalence globale la plus élevée et la plus forte relation avec la somnolence au volant. L'association de la somnolence du conducteur avec les variables de l'emploi suggère qu'au moins une partie des répondants qui se sentaient somnolents au volant n'ont pas le choix d'opter pour un mode de transport différent ou de s'arrêter pour faire une sieste. D'autres recherches ont également indiqué que les jeunes sont plus susceptibles de continuer à conduire en état de somnolence, vraisemblablement en raison de responsabilités liées à leur emploi (p.ex. Nordbakke & Sagberg, 2007). Il existe également un lien clair entre la somnolence du conducteur et le travail posté (p.ex. McCartt et al., 1996). Les employeurs pourraient par conséquent jouer un rôle important dans la réduction de la prévalence de la somnolence du conducteur, en facilitant par exemple les horaires de travail flexibles et l'utilisation flexible des différents modes de transport pour les déplacements.

Le risque accru de blessures de la route ne représente que l'un des risques graves pour la santé et des coûts sociaux qui résultent du manque de sommeil. Les recherches menées découvrent des interactions complexes entre la faible qualité du sommeil et les maladies graves (p.ex. le cancer, les maladies cardiaques, l'obésité diabétique) et les troubles psychologiques (p.ex. Foster & Kreitzman, 2014). La présente étude révèle un résultat important à ce sujet. En effet, au moins un conducteur sur cinq (20,3 %) a indiqué souffrir de stress et/ou de dépression et avoir par conséquent une mauvaise qualité de sommeil. Ce pourcentage était également 1,7 fois plus élevé dans le sous-ensemble des conducteurs somnolents (35 %). Comme l'a soutenu Åkerstedt (2006), il existe une relation étroite entre le stress psychosocial et la privation de sommeil, avec l'anticipation des exigences élevées ou l'effort du lendemain en tant que déterminants principaux. Pour faire face à la somnolence du conducteur, il est donc également important d'examiner les sources de stress psychosocial et d'élaborer des stratégies d'adaptation adéquates. Il conviendrait également de se pencher sur les effets indirects de ce stress sur la sécurité routière, par exemple au niveau de l'utilisation de substances psychoactives (qu'elles soient prescrites ou non ; p.ex. Schulze et al., 2012). La nécessité d'entreprendre des actions coordonnées par beaucoup plus d'instances que la gestion de la sécurité routière seule est une évidence.

La dernière recommandation concerne la nécessité d'investir dans l'amélioration des études de la somnolence au volant. L'impact de ce phénomène sur la sécurité routière est probablement très important, mais reste en même temps très difficile à quantifier. Par le passé, différentes méthodes ont été utilisées pour estimer la prévalence de la somnolence au volant. La grande majorité de ces méthodes ne permettent pas de tirer des conclusions par rapport aux trajets simples. En outre, compte tenu de leur diversité, il n'est pas aisé de comparer les résultats de différentes études. La méthode actuelle fournit un moyen pour estimer globalement la somnolence au volant, par rapport à un aller simple, à grande échelle et de manière relativement rentable. Tant que les ressources suffisantes sont disponibles, il est assez simple de surveiller l'évolution de la somnolence au volant tout au long de l'année et dans différents pays en utilisant cette même méthode. L'étude de l'impact réel sur la sécurité routière exige néanmoins également des chiffres précis concernant les causalités d'accident. Comme dans de nombreux autres pays, des chiffres précis sur le rôle de la somnolence du conducteur dans les accidents de la route font défaut en Belgique,

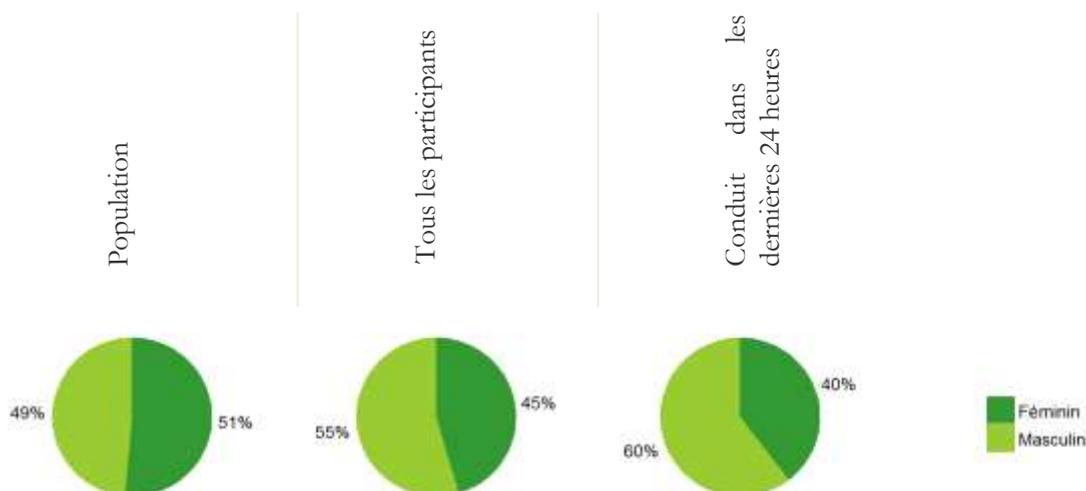
principalement en raison des protocoles existants pour les rapports d'accidents et l'absence d'enquêtes approfondies sur les accidents. Il s'agit peut-être du domaine de recherche le plus urgent à financer.

ANNEXES

Annexe 1: Caractéristiques de répartition des variables étudiées

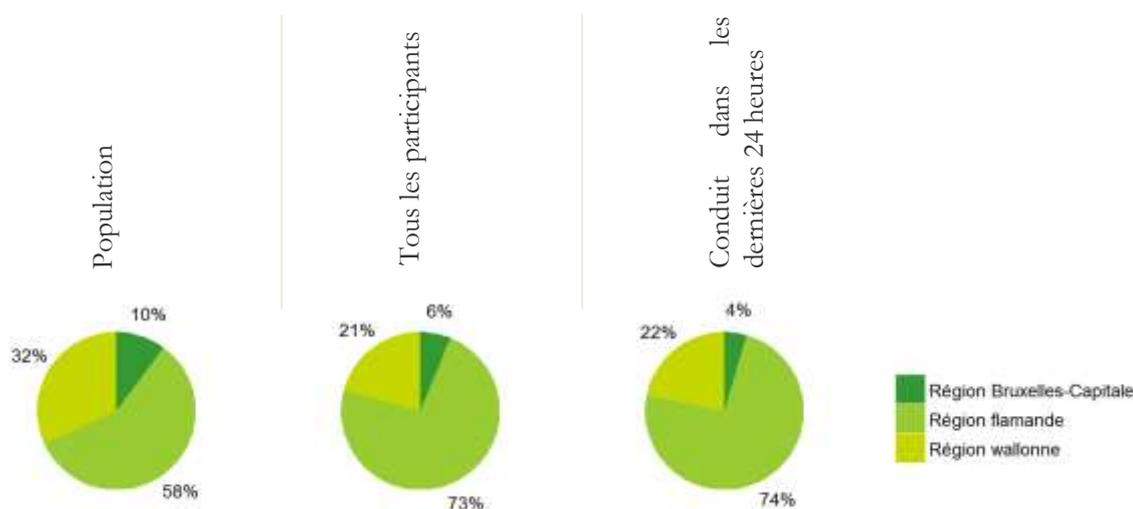
A.1.1. Le sexe

Voici la répartition des sexes des répondants en deux catégories : (1) les personnes qui ont initié l'enquête, (2) les personnes qui ont indiqué avoir un permis de conduire et avoir conduit une voiture au cours des dernières 24 heures. On peut voir que, par rapport aux chiffres de population, les conductrices sont légèrement sous-représentées dans l'échantillon. Ceci était toutefois en partie dû au fait que le plus souvent, elles ont déclaré ne pas avoir de permis de conduire ou ne pas avoir conduit de voiture au cours des dernières 24 heures. Les résultats n'ont pas été pondérés pour corriger cela, car le sexe n'a démontré aucun effet significatif.



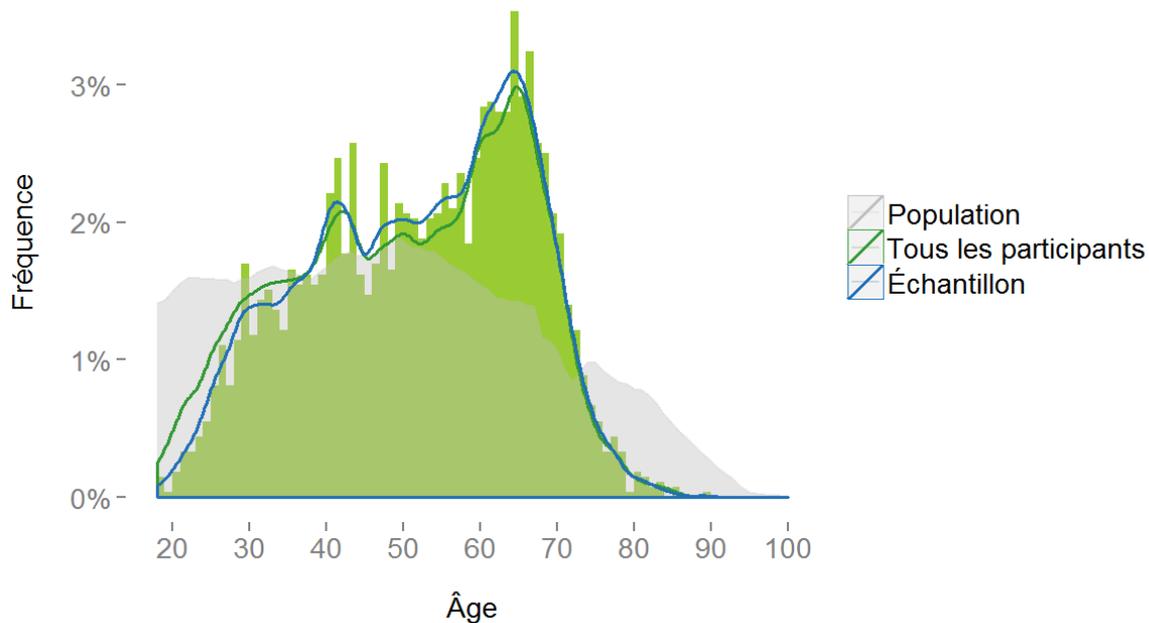
A.1.2. La région administrative

Le graphique ci-dessous montre la répartition de la région administrative à laquelle les répondants appartenaient selon deux catégories : (1) les personnes qui ont initié l'enquête, (2) les personnes qui ont indiqué avoir un permis de conduire et avoir conduit une voiture au cours des dernières 24 heures. On peut voir que, comparativement aux chiffres de population, les répondants appartenant aux régions de Bruxelles-Capitale et à la région wallonne ont été légèrement sous-représentés dans l'échantillon. Aucune pondération n'a été appliquée pour corriger cela, car aucune différence fiable n'a été trouvée entre les différentes régions.



A.1.3. L'âge

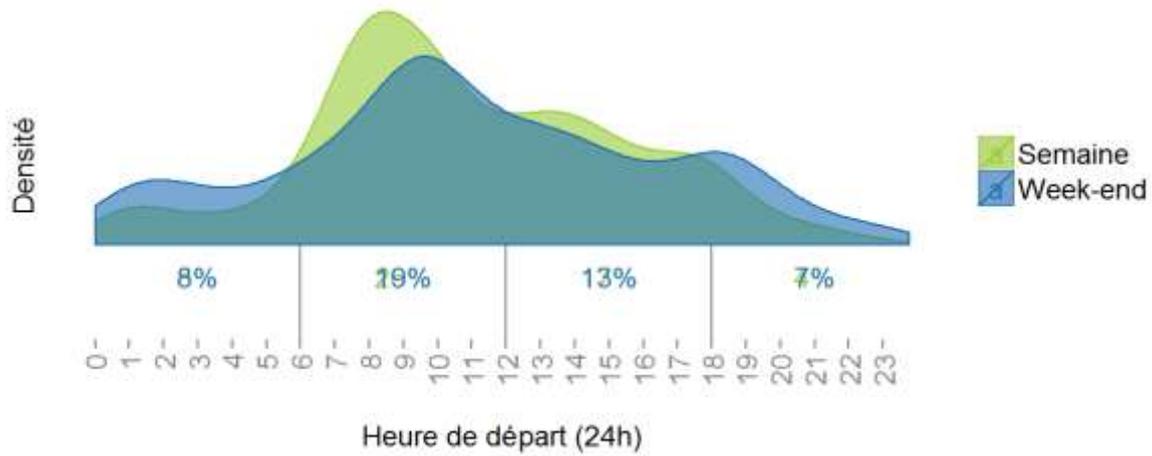
Voici la répartition des répondants selon deux catégories d'âge : (1) les personnes qui ont initié l'enquête, (2) les personnes qui ont indiqué avoir un permis de conduire et avoir conduit une voiture au cours des dernières 24 heures. L'on peut constater que par rapport aux chiffres de population, les jeunes conducteurs étaient sous-représentés dans l'échantillon. Ceci était toutefois dû, au moins en partie, au fait qu'ils ont plus souvent déclaré ne pas avoir de permis de conduire ou n'avoir pas conduit de voiture au cours des dernières 24 heures. Compte tenu de l'effet significatif de l'âge sur la somnolence du conducteur (voir la section Résultats), les résultats ont été pondérés pour corriger la disproportion de la répartition de l'âge.



A.1.4. L'heure de départ

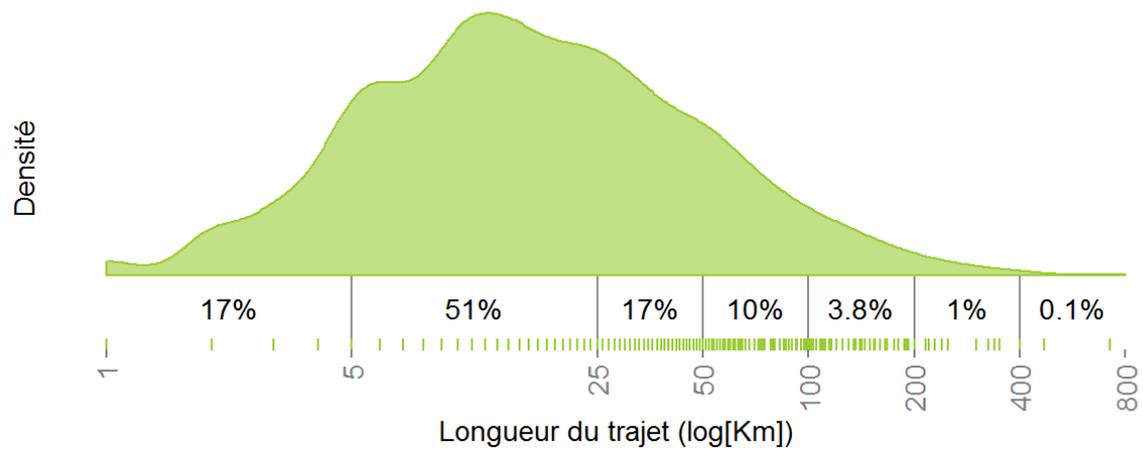
La Figure ci-dessous montre la répartition des heures de départ déclarées en fonction du moment de la semaine : semaine ou week-end. La densité continue estimée est représentée sous forme de courbe et les fréquences brutes pour les quatre tranches horaire de la conception sont imprimées sous chaque intervalle (c'est-à-dire $12 \text{ h} \leq A < 6 \text{ h} \leq B < 0 \text{ h} \leq C < 18 \text{ h} \leq D < 12 \text{ h}$). Pour les raisons exposées dans la section Méthode, nous avons ciblé un échantillon équilibré de trajets effectués en semaine et le week-end. Les résultats atteignent cet objectif puisque 52 % des trajets ont débuté en semaine (du lundi 6 h au vendredi 18 h) et 48 % le week-end (du vendredi 18 h au lundi 6 h).

Les observations suivantes peuvent être faites. Sans surprise, la conduite de jour est la plus fréquente (à savoir « entre 6 h et 12 h » et « entre 12 h et 18 h »). Une diminution graduelle apparaît entre 18 h et 24 h. Cette tendance à la baisse débute un peu plus tôt en semaine ($\pm 18 \text{ h } 30$ par rapport à $\pm 19 \text{ h } 30$). On observe une augmentation marquée des trajets initiés après 0 h. Cela reflète l'échantillonnage pseudo-aléatoire des intervalles de temps, qui ont favorisé la conduite de nuit (voir la section Méthode pour plus de détails). Lorsque l'on compare davantage la semaine et le week-end, on constate (1) une fréquence plus élevée de la conduite le soir et la nuit (18 h-6 h) pendant le week-end et (2) une fréquence plus élevée de la conduite tôt le matin (6 h-10 h) et l'après-midi (12 h-18 h) en semaine.



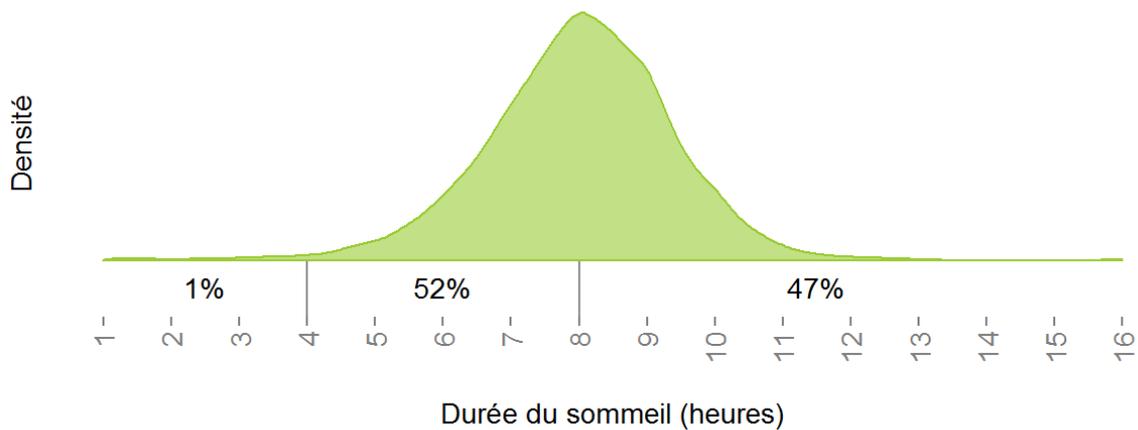
A.1.5. La longueur du trajet

La répartition des longueurs de trajet est représentée ci-dessous. Les pourcentages imprimés sous le graphique indiquent les fréquences observées dans chaque catégorie ($0 \text{ km} < A \leq 5 \text{ km} < B \leq 25 \text{ km} < C \leq 50 \text{ km} < D \leq 100 \text{ km} < E \leq 200 \text{ km} < F \leq 400 \text{ km} < G$). La distance moyenne de trajet auto déclarée était de 30 km, avec 25 % des trajets inférieurs à 7 km, 50 % inférieurs à 15 km, 75 % inférieurs à 35 km et 95 % inférieurs à 100 km.



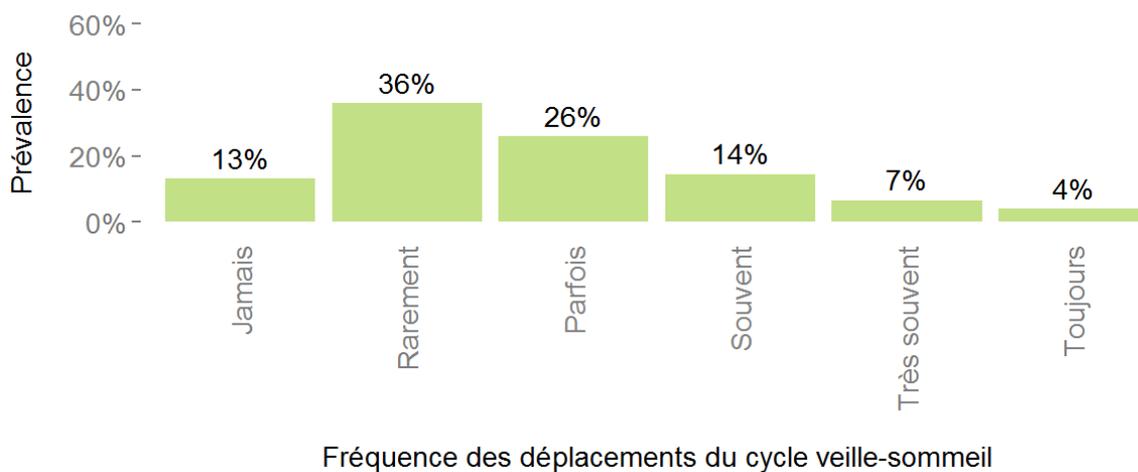
A.1.6. La durée du sommeil

La répartition des durées de sommeil avant le trajet est indiquée ci-dessous. Les pourcentages indiqués en bas indiquent les fréquences observées dans les trois catégories indiquées ($0 \text{ h} < A \leq 4 \text{ h} < B \leq 8 \text{ h} < C$). La durée moyenne du sommeil était de 8 heures et 6 minutes, avec 25 % des durées indiquées inférieures à 7 h 15 m, 50 % inférieures à 8 h et 75 % inférieures à 9 h.



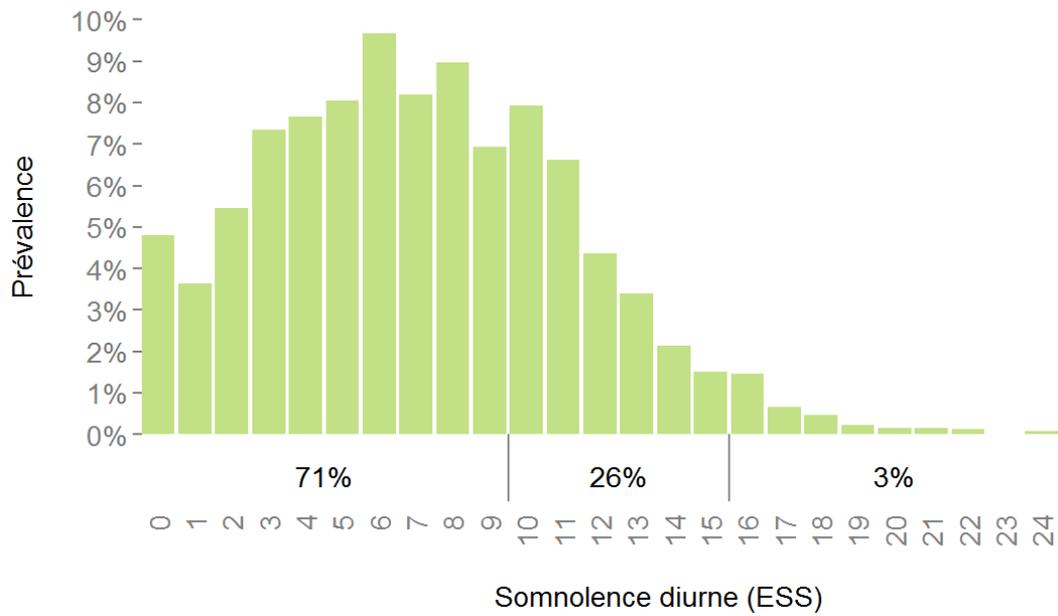
A.1.7. La cohérence du cycle veille-sommeil

La répartition des déplacements de deux heures du cycle veille-sommeil des répondants est illustrée ci-dessous.



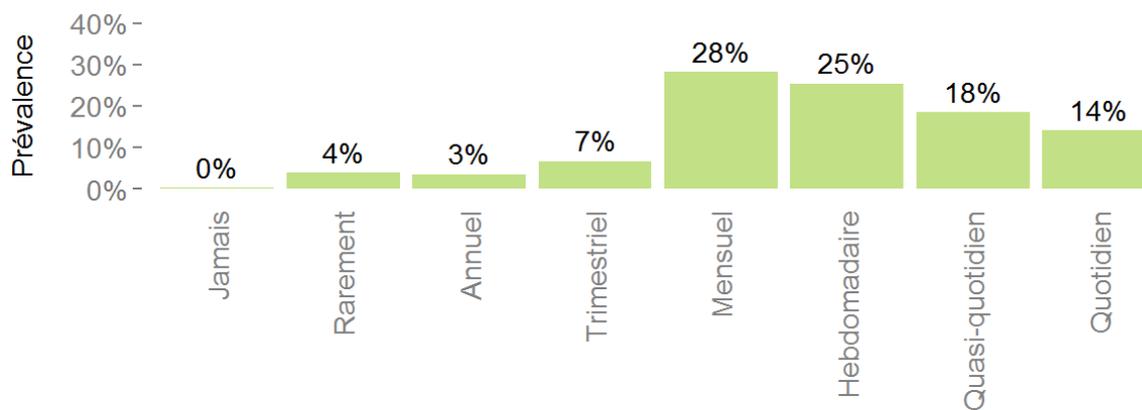
A.1.8. La somnolence diurne

De verdeling van de scores volgens de Epworth Slaperigheidsschaal wordt hieronder getoond. Waarden tussen 0 en 9 worden beschouwd als normale niveaus van slaperigheid. Bij scores van 10 of meer is medisch advies aangewezen. Van waarden rond 10-15 is bekend dat ze een verhoogde kans op (milde) slaapapneu aangeven. Scores boven 15 worden vaak in verband gebracht met ernstige slaapapneu en narcolepsie.

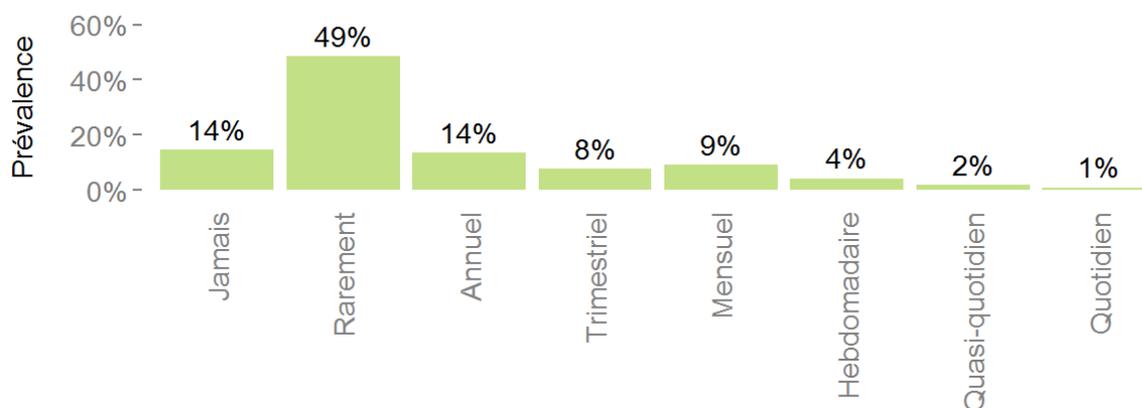


A.1.9. La fréquence de conduite

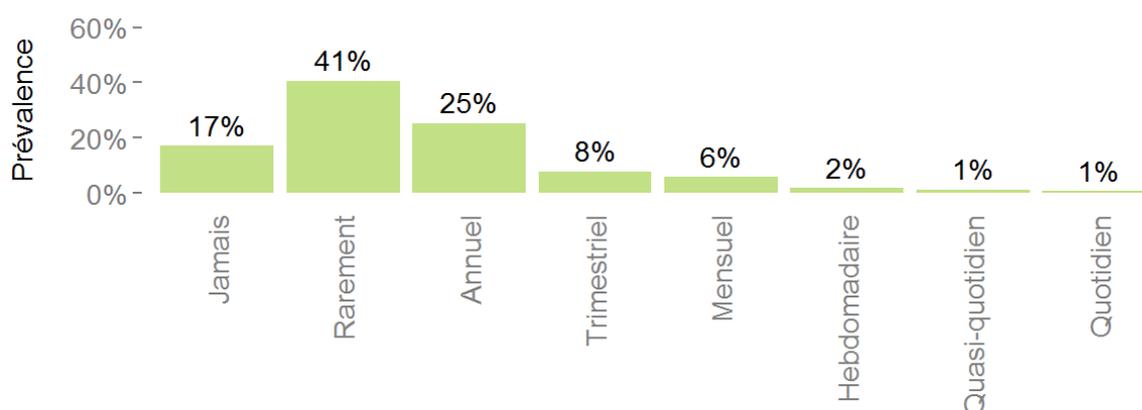
La répartition de la fréquence des trajets ≥ 30 minutes, de la conduite de nuit et de la conduite de plus de 4 heures de jour est représentée ci-dessous. Seule la dernière variable est liée de façon significative à la somnolence du conducteur (voir la section Résultats).



Fréquence des trajets de 30 minutes



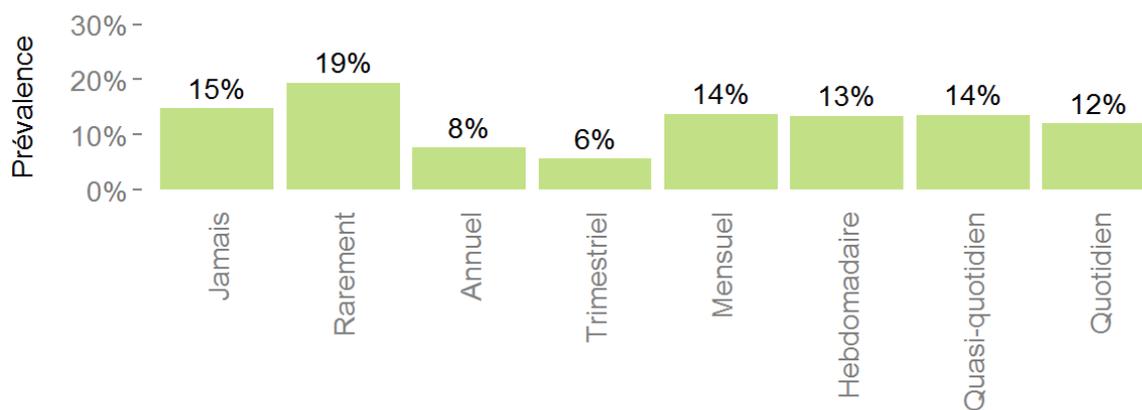
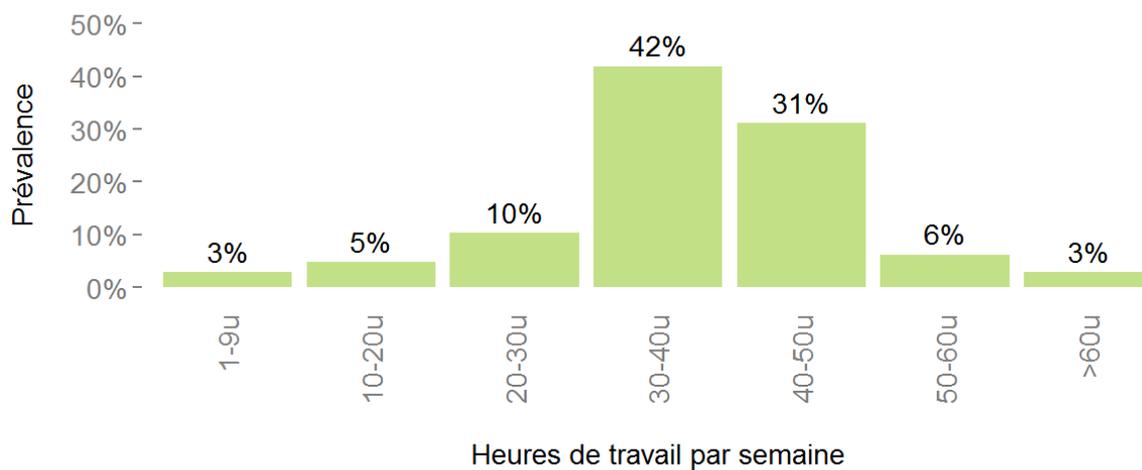
Fréquence des trajets de nuit (0 h-6 h)



Fréquence de conduite de plus de 4 heures au cours d'une même journée

A.1.10. Le régime de travail

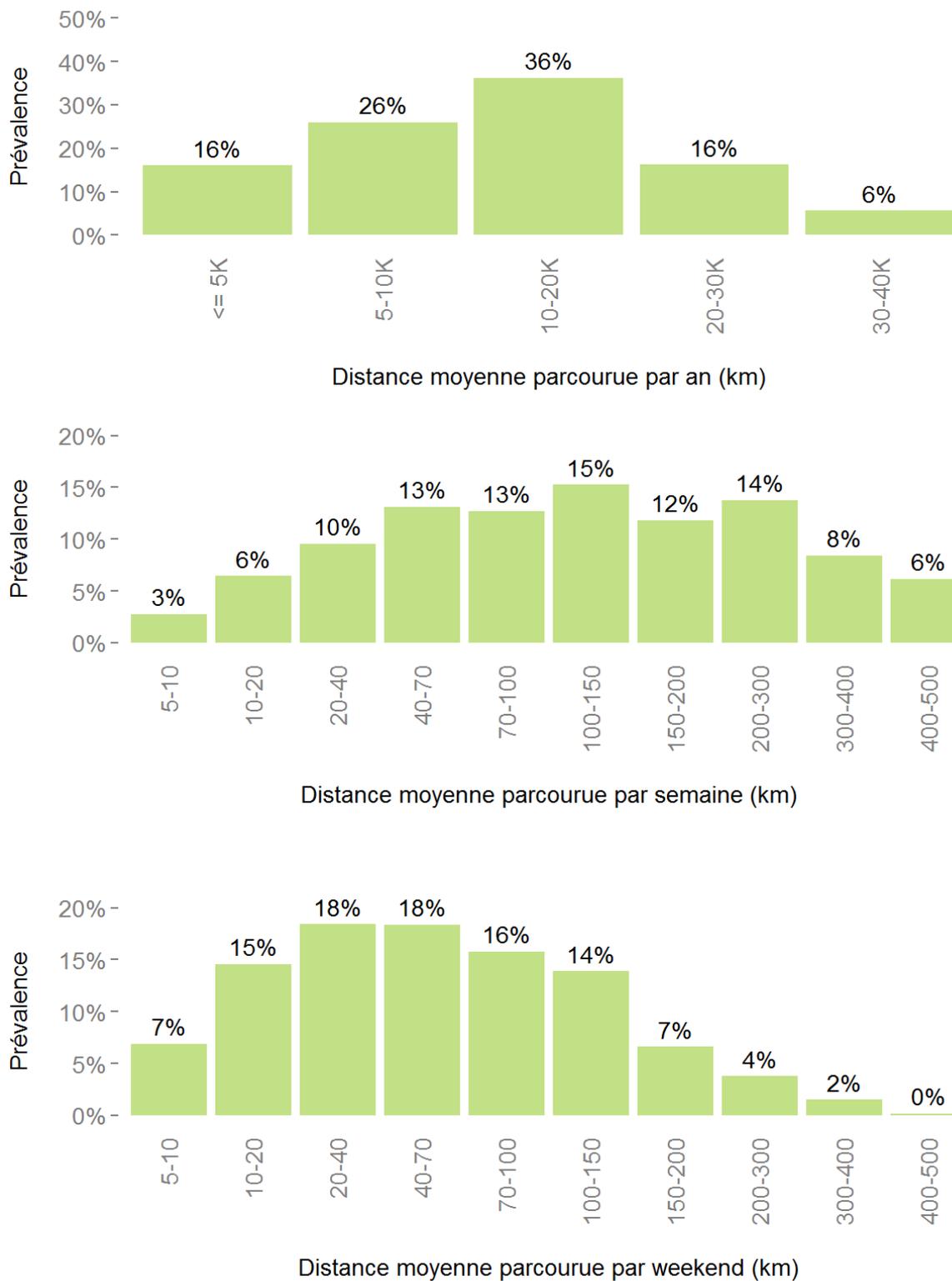
Bien qu'être employé ou non affecte clairement la somnolence du conducteur (voir la section Résultats), nous ne trouvons aucune différence cohérente entre les différents régimes de travail des répondants ayant un emploi. Les répondants qui travaillent le font 4,8 jours par semaine en moyenne. La première Figure ci-dessous montre la répartition du nombre d'heures de travail hebdomadaires des conducteurs. La deuxième Figure montre la répartition des réponses à la question « Combien de fois travaillez-vous en dehors des heures normales de bureau? ».



Fréquence du travail en dehors d'heures de bureau normales

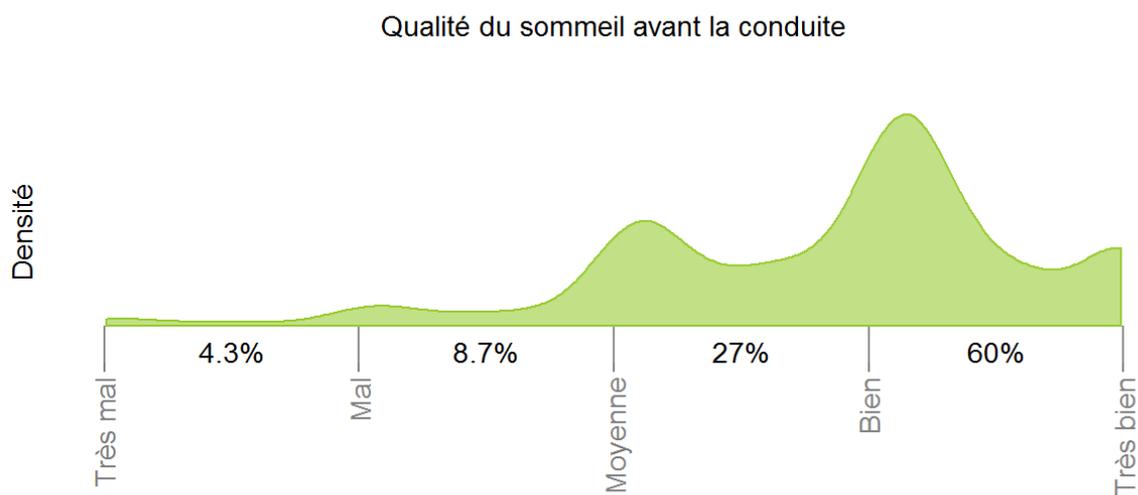
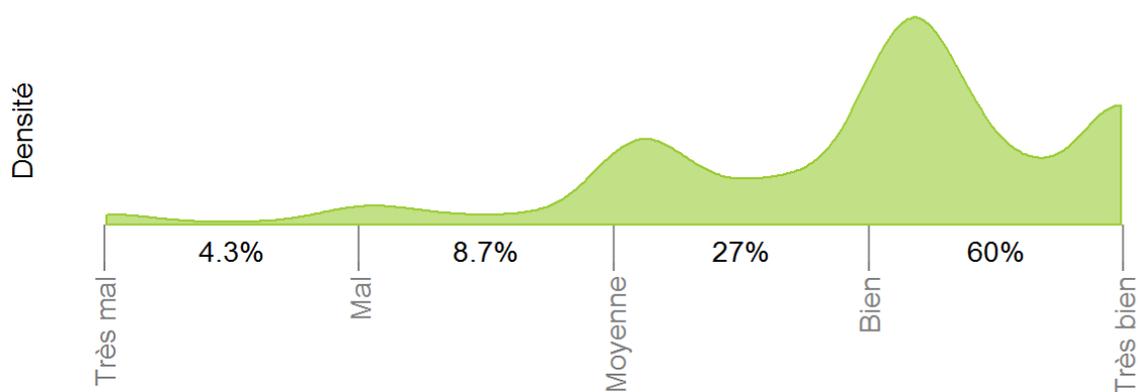
A.1.11. Le kilométrage

La Figure ci-dessous illustre la répartition du nombre moyen de kilomètres passés à conduire une voiture ou une camionnette par an, par semaine (du lundi au dimanche) et par week-end (du samedi au dimanche), respectivement. Aucune de ces mesures ne montre une relation systématique (monotone) avec la somnolence du conducteur.



A.1.12. La qualité du sommeil

Des niveaux plus élevés de qualité du sommeil auto déclarés immédiatement avant le voyage, ainsi que les niveaux habituels, sont associés à une prévalence plus faible de la somnolence du conducteur. La majorité des conducteurs (87 %) estiment que la qualité de leur dernier épisode de sommeil va de modérée à très bonne. Pour 4,3 %, elle est considérée comme mauvaise à très mauvaise. La variable « qualité du sommeil habituelle » donne une répartition très similaire, avec toutefois une variabilité au niveau des individus. Ces variables de qualité, bien que liées à la somnolence du conducteur, n'ont pas été retenues dans le modèle final de régression au vu de la disparition de leurs effets après avoir contrôlé le temps total passé au lit.



Qualité du sommeil régulière

Annexe 2: Questionnaire

A.2.1. Veuillez indiquer la province et en suite le code postal de la commune où vous habitez. *Liste de sélection*

A.2.2. De quel sexe êtes-vous ? *Masculin ; Féminin*

A.2.3. Quel âge avez-vous ? *Entrée numérique*

A.2.4. Etes-vous titulaire d'un permis de voiture ? (permis B) ? *Oui, un permis permanent ; Oui, un permis provisoire ; Non [fin de l'enquête]*

A.2.5. Avez-vous conduit une voiture au cours des dernières 24 heures ? *Oui ; Non [fin de l'enquête]*

A.2.6. Durant lesquelles des périodes suivantes avez-vous effectué au moins un déplacement (*) en tant que conducteur au cours des dernières 24h ?

- Entre 6h du matin et midi*
- Entre midi et 6h du soir*
- Entre 6h du soir et minuit*
- Entre minuit et 6h du matin*

(*) ATTENTION :

- Il s'agit ici de trajets entre deux endroits distincts.
- De brèves interruptions dans le trajet, pour faire le plein par exemple, ne comptent pas comme points de départ/ d'arrivée à moins qu'elles ne constituent le principal motif du déplacement.
- Pour les déplacements ayant lieu durant deux ou plusieurs périodes, l'heure de départ du déplacement détermine la période que vous devez indiquer.

A.2.7. [*Sélection pseudo-aléatoire de 1 intervalle : INTERVALLE*]

A.2.8. [*Sélection aléatoire du premier ou du dernier trajet : PREMIER/DERNIER*]

A.2.9. Essayez de vous remémorer clairement l'itinéraire emprunté lors du *PREMIER/DERNIER* trajet que vous avez effectué entre *INTERVALLE* et répondez à la question suivante le plus précisément possible :

- Distance parcourue (nombre approximatif de kilomètres: *Entrée numérique*)
- Heure de départ: *Liste de sélection ; séquence de 15 minutes*
- Heure d'arrivée: *Liste de sélection; séquence de 15 minutes*
- Transportiez-vous des passagers ? *Oui, uniquement à l'avant ; Oui, uniquement à l'arrière ; Oui, tant à l'avant qu'à l'arrière ; Non*

[*L'objectif des questions suivantes est d'obtenir l'estimation la plus précise possible de votre état d'alerte ou de somnolence pendant ce trajet spécifique. La somnolence est un phénomène fréquent pendant la conduite, mais en même temps très difficile à mesurer. Merci d'avance pour votre aide!*]

- Quel était votre état général de vigilance / somnolence (*) au cours de ce trajet ?
 - Extrêmement somnolent avec beaucoup de mal à rester éveillé
 - Somnolent avec un peu de mal à rester éveillé
 - Somnolent sans aucun mal à rester éveillé
 - Quelques signes de somnolence
 - Ni alerte ni somnolent
 - Plutôt alerte
 - Alerté

- Très alerte
- Extrêmement alerte

(*) définition de « somnolent » : tendance à dormir

- Sans tenir compte du degré de somnolence que vous venez d'indiquer, avez-vous, au cours de ce trajet, entrepris une ou plusieurs actions pour lutter contre/prévenir la somnolence ? *Oui ; Non*
 - Faire une pause
 - S'arrêter pour dormir
 - Consommer une boisson/ un snack contenant de la caféine ou vous procurant de l'énergie
 - Prendre un stimulant
 - Changer de conducteur
 - Aérer (fenêtre ouverte, baisser l'airco ou le chauffage, etc.)
 - Ecouter la radio/ de la musique
 - Augmenter le volume audio
 - Parler avec un passager
 - Téléphoner
 - Rouler plus vite
 - S'étirer
 - Changer de position assise
 - Manger et/ou boire
- Avez-vous consommé des boissons alcoolisées dans les 2 heures précédentes ou pendant le trajet? Si oui, combien d'unités standard (*) ? *0 ; 1 ; 2 ; ... ; 9 ; 10 ou plus*
(*) 1 unité standard = 1 verre de vin = 1 verre de bière = 1 cocktail = 1 apéritif = 1 verre d'alcool fort

[Les questions suivantes ont trait à la période de sommeil (*) qui précède le trajet que vous venez de décrire.

(*) ATTENTION:

- *Il s'agit du repos nocturne et PAS d'éventuelles siestes faites dans la journée.*
- *Si vous êtes actif pendant la nuit plutôt que pendant la journée (vous travaillez la nuit par exemple), vous devez considérer ici le repos nocturne comme un repos de jour.]*
- A quelle heure environ êtes-vous allé dormir ? *Liste de sélection; séquence de 15 minutes*
- A quelle heure vous êtes-vous définitivement levé ? *Liste de sélection; séquence de 15 minutes*
- Quel jour était-ce quand vous êtes-vous levé ? *Lundi ; Mardi ; Mercredi ; Jeudi ; Vendredi ; Samedi ; Dimanche*
- Est-ce que la durée entre le moment où vous êtes-vous levé et le moment où vous avez démarré le trajet que vous venez de décrire, dépasse 24 heures ? *Oui ; Non*
- Dans quelle mesure vous sentiez-vous reposé lorsque vous vous êtes levé ? *Très bien ; Bien ; Moyennement ; Mal ; Très mal*
- Avez-vous fait des siestes entre le moment où vous vous êtes levé et le moment où vous avez démarré le trajet que vous venez de décrire ? *Oui ; Non*

A.2.10. Combien de kilomètres au total avez-vous parcouru l'année dernière au volant d'une voiture ou d'une camionnette ? *5.000 km ou moins ; 5.000 à 9.999 km ; 10.000 à 19.999 km ; 20.000 à 29.999 km ; 30.000 à 39.999 km ; 40.000 km ou plus*

A.2.11. Nombre de km \pm par semaine ? *Moins de 5 km ; 5 à 9 km ; 10 à 19 km ; 20 à 39 km ; 40 à 69 km ; 70 à 99 km ; 100 à 149 km ; 150 à 199 km ; 200 à 299 km ; 300 à 399 km ; 400 à 499 km ; 500 km ou plus*

A.2.12. Nombre de km \pm par week-end ? *Moins de 5 km ; 5 à 9 km ; 10 à 19 km ; 20 à 39 km ; 40 à 69 km ; 70 à 99 km ; 100 à 149 km ; 150 à 199 km ; 200 à 299 km ; 300 à 399 km ; 400 à 499 km ; 500 km ou plus*

A.2.13. A quelle fréquence conduisez-vous une voiture pendant une demi-heure ou plus d'une seule traite ? *Tous les jours ; Quasi tous les jours ; Plusieurs fois par semaine ; Plusieurs fois par mois ; Plusieurs fois par trimestre ; Plusieurs fois par an ; Rarement ; Jamais*

A.2.14. A quelle fréquence conduisez-vous une voiture entre minuit et 6h du matin ? *Tous les jours ; Quasi tous les jours ; Plusieurs fois par semaine ; Plusieurs fois par mois ; Plusieurs fois par trimestre ; Plusieurs fois par an ; Rarement ; Jamais*

A.2.15. A quelle fréquence conduisez-vous une voiture plus de 4 heures au total sur une journée ? *Tous les jours ; Quasi tous les jours ; Plusieurs fois par semaine ; Plusieurs fois par mois ; Plusieurs fois par trimestre ; Plusieurs fois par an ; Rarement ; Jamais*

A.2.16. A quelle fréquence vous êtes-vous senti fatigué/somnolent au volant d'une voiture ou d'une camionnette au cours de l'année écoulée ? *Presque toujours ; Très souvent ; Souvent ; Parfois ; Rarement ; Jamais*

A.2.17. Au cours de l'année écoulée, combien de fois vous êtes-vous assoupi ou endormi sans le vouloir ou sans vous en rendre compte ne fût-ce qu'un instant ? *Tous les jours ; Quasi tous les jours ; Plusieurs fois par semaine ; Plusieurs fois par mois ; Plusieurs fois par trimestre ; Plusieurs fois par an ; Rarement ; Jamais*

A.2.18. Au cours de l'année écoulée, avez-vous provoqué un accident ou une situation de circulation où un accident a été évité de justesse en tant que conducteur d'une voiture ? *Oui ; Non*

[*Si oui*] Etait-ce lié à une somnolence aiguë au volant ?

A.2.19. La qualité de mon sommeil (*) est généralement ... *Très bien ; Bien ; Moyenne ; Mal ; Très mal*

(*) fait référence à la quantité et au niveau de profondeur du sommeil

A.2.20. A quelle fréquence votre rythme sommeil-veille varie-t-il de plus de 2 heures ? *Toujours ; Très souvent ; Souvent ; Parfois ; Rarement ; Presque jamais*

A.2.21. Selon vous, quel est le risque que vous vous assoupissiez ou tombiez endormi dans les situations suivantes ? (*) *0 = aucun risque que je m'assoupisse ; 1 = faible risque que je m'assoupisse ; 2 = certain risque que je m'assoupisse ; 3 = risque élevé que je m'assoupisse*

(*) Cette question a trait à votre mode de vie actuel. Essayez de vous représenter le mieux possible chaque situation même si vous ne l'avez pas récemment vécue.

- Etre assis et lire
- Regarder la télévision
- Etre assis passivement dans un endroit public (ex. : théâtre ou réunion)
- Voyager en voiture en tant que passager pendant une heure sans interruption
- Se coucher pour se reposer l'après-midi quand les circonstances le permettent
- Rester assis et parler avec quelqu'un
- S'asseoir tranquillement après le repas de midi sans avoir bu d'alcool
- Dans la voiture quand vous devez attendre quelques minutes dans une file

A.2.22. Souffrez-vous d'un ou de plusieurs facteurs ayant de graves conséquences sur la qualité de votre sommeil ?

- Ronflements intenses
- Problèmes de respiration
- Insomnie chronique
- Douleurs chroniques
- Consommation d'alcool
- Consommation de drogues
- Troubles du mouvement

- Stress/Dépression
- Respiration saccadée pendant le sommeil
- Difficulté à vous endormir
- Sommeil léger (vous vous réveillez souvent)
- S'éveiller et avoir des difficultés à se rendormir
- Nuisance sonore
- Partenaire qui ronfle
- Autres membres de la famille avec des problèmes de sommeil
- Sommeil irrégulier car vous vous faites du souci pour d'autres membres de la famille
- Devoir se lever tôt
- Horaire de travail irrégulier
- Apnée du sommeil

A.2.23. Travaillez-vous ? *Non ; Oui, à temps plein ; Oui, à temps partiel ; Oui, j'ai plusieurs emplois (à temps partiel) – en tout pas plus de 100% d'un emploi à temps plein ; Oui, j'ai plusieurs emplois (à temps partiel) – en tout plus de 100% d'un emploi à temps plein*

A.2.24. [*Si oui à A.2.23.*] Combien de jours travaillez-vous d'ordinaire par semaine ? *1-7*

A.2.25. [*Si oui à A.2.23.*] Combien d'heures travaillez-vous environ au cours d'une semaine de travail ordinaire ? *1 à 9 heures ; 10 à 19 heures ; 20 à 29 heures ; 30 à 39 heures ; 40 à 49 heures ; 50 à 59 heures ; 60 ou plus*

A.2.26. [*Si oui à A.2.23.*] Quel type d'horaire correspond le mieux au votre ? *Service fixe ((presque) les mêmes périodes chaque semaine) ; Services irréguliers ; Fixe, tournante suivant un travail en équipe*

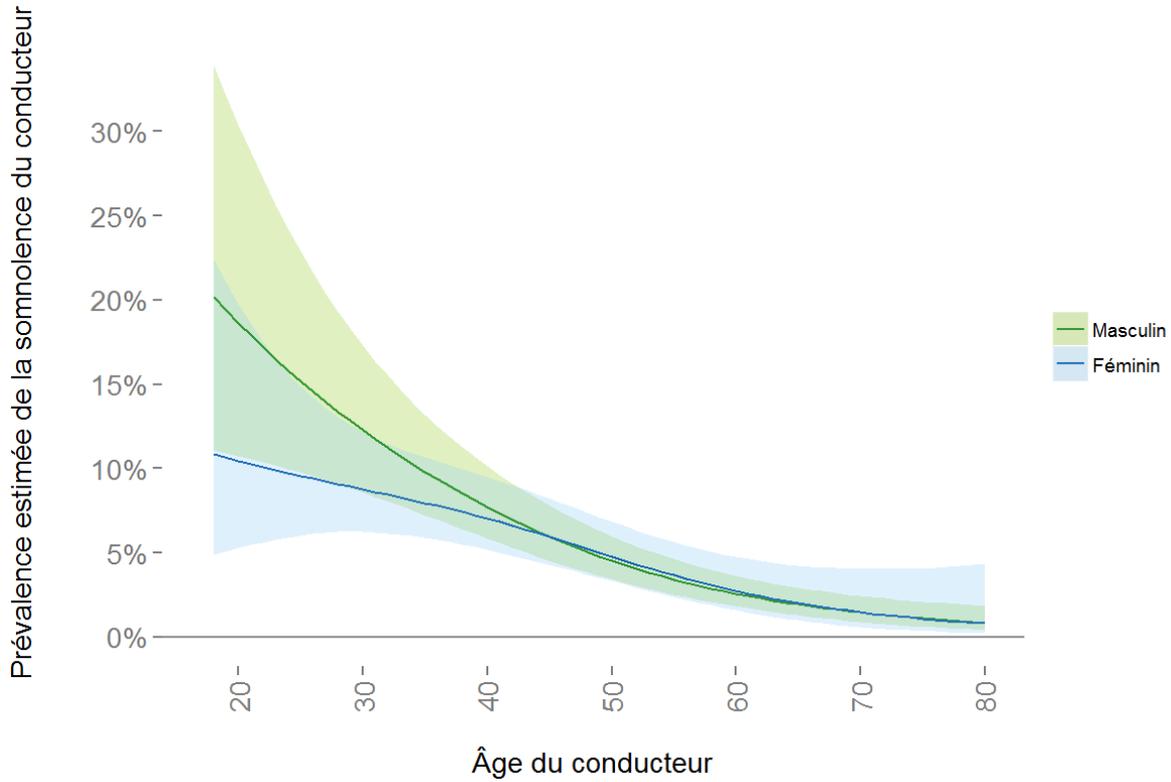
A.2.27. [*Si oui à A.2.23.*] Travaillez-vous parfois en dehors des heures de bureau habituelles ? *Non ; Oui, y compris les nuits ; Oui, y compris les matins ; Oui, y compris les soirs ; Oui, y compris les week-ends*

A.2.28. [*Si oui à A.2.23.*] A quelle fréquence travaillez-vous en dehors des heures de bureau habituelles ? *Tous les jours ; Quasi tous les jours ; Plusieurs fois par semaine ; Plusieurs fois par mois ; Plusieurs fois par trimestre ; Plusieurs fois par an ; Rarement ; Jamais*

A.2.29. Quel est votre niveau d'étude ? *Inférieur à secondaire ; Secondaire ; Bachelor ; Master ou supérieur*

Annexe 3: Effet de l'âge du conducteur par sexe

La Figure ci-dessous montre la prévalence estimée de la somnolence du conducteur séparément pour les conducteurs féminins et masculins en fonction de leur âge. La prévalence moyenne semble être plus élevée parmi les conducteurs masculins de l'échantillon, mais seulement à un jeune âge. Néanmoins, comme l'indiquent les bandes de confiance à 95 % qui se chevauchent, cette interaction n'est pas significative.



LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1. Prévalence de la somnolence du conducteur telle que mesurée avec l'échelle de somnolence de Karolinska (KSS). Les marges d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 % obtenus à partir d'un modèle aux « odds » proportionnels. _____	21
Figure 2. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS> 5) en fonction de l'âge du conducteur. _____	23
Figure 3. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS> 5) en fonction des heures de départ. _____	25
Figure 4. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS> 5) en fonction de la distance parcourue. _____	26
Figure 5. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS> 5) en fonction de la consommation d'alcool dans les deux heures précédant le trajet. _____	27
Figure 6. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS> 5) en fonction de la durée du sommeil avant le trajet. _____	28
Figure 7. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS> 5) en fonction de la fréquence des déplacements de plus de 2 heures du cycle veille-sommeil. _____	29
Figure 8. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS> 5) en fonction de la somnolence diurne mesurée sur l'échelle de somnolence d'Epworth (ESS). _____	30
Figure 9. La prévalence estimée de la somnolence du conducteur (score KSS> 5) en fonction de la fréquence de conduite de plus de quatre heures au cours d'une même journée. _____	31
Tableau 1. Comparaison de la répartition des régimes d'emploi entre les conducteurs somnolents (KSS> 5) et non somnolents. La fréquence observée des régimes, en caractères gras, diffère significativement parmi les conducteurs somnolents et non somnolents. _____	32
Tableau 2. Comparaison de la répartition des niveaux d'éducation entre les conducteurs somnolents (KSS> 5) et non somnolents. Les fréquences observées pour les niveaux en caractères gras sont significativement différentes pour les conducteurs somnolents et non somnolents. _____	32
Tableau 3. Comparaison de la répartition des activités professionnelles entre conducteurs somnolents (KSS> 5) et non somnolents. Les fréquences observées pour les catégories en caractères gras diffèrent considérablement parmi les conducteurs somnolents et non somnolents. _____	33
Tableau 4. Comparaison de la répartition des situations ayant un effet négatif chronique sur la qualité du sommeil entre conducteurs somnolents (KSS> 5) et non somnolents. Les fréquences observées pour les situations en caractères gras diffèrent considérablement parmi les conducteurs somnolents et non somnolents. _____	34
Tableau 5. Comparaison de la répartition des mesures couramment prises pour contrer la somnolence du conducteur entre conducteurs somnolents (KSS> 5) et non somnolents. Pour toutes les contre-mesures, on observe des fréquences nettement plus élevées parmi les conducteurs somnolents. _____	35

RÉFÉRENCES

- ASFA (2008). Analyse des accidents mortels 2007 sur autoroutes concédées. ASFA, Paris.
- Åkerstedt, T. (2006). Psychosocial stress and impaired sleep. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 32, 493-501.
- Åkerstedt, T. & Gillberg, M. (1990). Subjective and objective sleepiness in the active individual. *International Journal of Neuroscience*, 52, 29-37.
- Åkerstedt, T., Kecklund, G., & Hörte, L. G. (2001). Night driving, season, and the risk of highway accidents. *Sleep*, 24, 401-406.
- Åkerstedt, T., Ingre, M., Kecklund, G., Anund, A., Sandberg, D., Wahde, M., Philip, P., & Kronberg P. (2010). Reaction of sleepiness indicators to partial sleep deprivation, time of day and time on task in a driving simulator - the DROWSI project. *Journal of Sleep Research*, 19, 298-309.
- Andriulo, S. & Gnoni, M. G. (2014). Measuring the effectiveness of a near-miss management system: An application in an automotive firm supplier. *Reliability Engineering and System Safety*, 132, 154-162.
- Anselm, D. & Hell, W. (2002). Einschlafen am Steuer: eine häufig unterschätzte Unfallursache. *Verkehrsunfall und Fahrzeug Technik*, 3, 62-66.
- Anund, A., Kecklund, G., Peters, B. & Åkerstedt, T. (2008). Driver sleepiness and individual differences in preferences for countermeasures. *Journal of Sleep Research*, 17, 16-22.
- Anund, A., Kecklund, G., Vadeby, A., Hjälm Dahl, M. & Åkerstedt, T. (2008). The alerting effect of hitting a rumble strip: A simulator study with sleepy drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 40, 1970-1976.
- Anund, A., Fors, C., Hallvig, D., Åkerstedt, T., Kecklund, G. (2013). Observer rated sleepiness and real road driving: An explorative study. *PLoS ONE*, 8, e64782, doi:10.1371/journal.pone.0064782.
- Banks, S., Catcheside, P., Lack, L., Grunstein, R. R., & McEvoy R. D. (2004). Low levels of alcohol impair driving simulator performance and reduce perception of crash risk in partially sleep deprived subjects. *Sleep*, 27, 1063-1067.
- Barrett, P. R., Horne, J. A., & Reyner L. A. (2005). Early evening low alcohol intake also worsens sleepiness-related driving impairment. *Human Psychopharmacology*, 20, 287-290.
- Blaziejewski, S., Girodet, P. O., Orriols, L., Capelli, A., & Moore, N.; CESIR Group. (2012). Factors associated with serious traffic crashes: a prospective study in southwest France. *Archives of Internal Medicine*, 172, 1039-1041.
- Brunborg, G. S., Mentzoni, R. A., Molde, H., Myrseth, H., Skouverøe, K. J., Bjorvatn, B., & Pallesen S. (2011). The relationship between media use in the bedroom, sleep habits and symptoms of insomnia. *Journal of Sleep Research*, 20, 569-575.
- Cestac, J., & Delhomme, P. (2012). European road users' risk perception and mobility, The SARTRE 4 survey. Lyon, France.
- Connor, J., Norton, R., Ameratunga, S., Robinson, E., Wigmore, B., & Jackson, R. (2011). Prevalence of driver sleepiness in a random population-based sample of car driving. *Sleep*, 24, 688-694.
- Connor, J., Norton, R., Ameratunga, S., Robinson, E., Civil, I., Dunn, R., Bailey, J., & Jackson, R. (2002). Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: population based case control study. *BMJ*, 324, 1125.
- Cummings, P., Koepsell, T., Moffat, J., & Rivara, F. (2001). Drowsiness, counter-measures to drowsiness, and the risk of a motor vehicle crash. *Injury Prevention*, 7, 194-199.
- De Dobbeleer, W., Nathanail, T., & Adamos, G. (2009). CAST Deliverable 5.2. Pan European road safety campaign: Campaign Design, Campaigns and Awareness-raising Strategies in Traffic Safety.
- Eisner, A. (2010). Is Social Media a New Addiction? *Retrevo Blog*, 15 Mars.

- Duffy, J. F., & Wright, P. W. Jr. (2005). Entrainment of the human circadian system by light. *Journal of Biological Rhythms*, 20, 326-338.
- Ekirch, A. R. (2001). Sleep we have lost: Pre-industrial slumber in the British isles. *The American Historical Review*, 106, 343-386.
- Engleman, H. M., Kingshott, R. N., Wraith, P. K., Mackay, T. W., Deary, I. J., & Douglas, N. J. (1999). Randomized placebo-controlled crossover trial of continuous positive airway pressure for mild sleep Apnea/Hypopnea syndrome. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 159, 461-467.
- Foster, R. G., & Kreitzman L. (2014). The rhythms of life: what your body clock means to you! *Experimental Physiology*, 99, 599-606.
- Gershon, P., Shinar, D., Oron-Gilad, T., Parmet, Y., & Ronen, A. (2011). Usage and perceived effectiveness of fatigue countermeasures for professional and nonprofessional drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 43, 797-803.
- Gold, D. R., Rogacz, S., Bock, N., Tosteson, T.D., Baum, T.M., Speizer, F.E., & Czeisler, C. A. (1992). Rotating shift work, sleep, and accidents related to sleepiness in hospital nurses. *American Journal of Public Health*, 82, 1011-1014.
- Goldenbeld, C., Davidse, R., Mesken, J., & Hoekstra T. (2011). Vermoeidheid in het verkeer: Een studie naar prevalentie en statusonderkenning bij automobilisten en vrachtautochauffeurs. *Institute for Road Safety Research SWOV*, Netherlands, Leidschendam, Report 2011-4.
- Hänecke, K., Tiedemann, S., Nachreiner, F., & Grzech-Sukalo H. (1998). Accident risk as a function of hour at work and time of day as determined from accident data and exposure models for the German working population. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 24, 43-48.
- Herdewyn, B., Slootmans, F., Dupont, E., Martensen, H., & Silverans, P. (2010). Pilootproject multidisciplinair diepte-onderzoek van ongevallen met vrachtwagens in Oost- en West-Vlaanderen Eindrapport jaar 1. *Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Observatorium voor de Verkeersveiligheid*, Brussel, België.
- Herman, J., Kafoa, B., Wainiqolo, I., Robinson, E., McCaig, E., Connor, J., Jackson, R., & Ameratunga, S. (2014). Driver sleepiness and risk of motor vehicle crash injuries: a population-based case control study in Fiji (TRIP 12). *Injury*, 45, 586-591.
- Hoddes, E., Dement, W., & Zarcone, V. (1972). The development and use of the Stanford Sleepiness Scale. *Psychophysiology*, 9:150.
- Horne, J. A. & Reyner, L. A. (1995). Sleep related vehicle accidents. *British Medical Journal*, 310, 565-567.
- Horne, J. & Reyner, L. (2001). Sleep-related vehicle accidents: some guides for road safety policies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4, 63-73.
- Horne, J. (2013). Methods to fight sleepiness at the wheel. In: Åkerstedt, T. (Ed.) *Sleepiness at the wheel – White Paper*.
- Horne, J. A., Reyner, L. A., & Barrett, P. R. (2003). Driving impairment due to sleepiness is exacerbated by low alcohol intake, *Occupational and Environmental Medicine*, 60, 689-692.
- Johns, M. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 14, 540-545.
- Johns, M. W. (2000). Sensitivity and specificity of the multiple sleep latency test (MSLT), the maintenance of wakefulness test and the Epworth sleepiness scale: Failure of the MSLT as a gold standard. *Journal of Sleep Research*, 9, 5-11.
- Kaida, K., Takahashi, M., Åkerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T., & Fukasawa, K. (2006). Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clinical Neurophysiology*, 117, 1574-1581.

- Kecklund, G., Anund, A., Wahlström, M. R., Philip, P., & Åkerstedt, T. (2011). Sleepiness and the risk of car crash: a case control study. *Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI)*, Sweden, Report 12A-2011.
- Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D., & Ramsey, D. J. (2006). The impact of driver inattention on near-crash/crash Risk: An analysis using the 100-car naturalistic driving study data. *NHTSA Report No. DOT HS 810 594*. Blacksburg, VA: Virginia Tech Transportation Institute.
- Kushida, C. A., Nichols D. A., Simon R. D., Young T., Grauke J. H., Britzmann J. B., Hyde P. R., Dement W. C. (2000). Symptom-based prevalence of sleep disorders in an adult primary care population. *Sleep and Breathing*, 4, 9-14.
- Lucas, R. & Araújo, F. (2013). Wake up bus sleep study: A survey of 19 European countries. The Wake up Bus Project, Portuguese Sleep Association (PSA).
- Masten, S., Stutts, J., & Martell, C. (2006). Predicting daytime and nighttime drowsy driving crashes based on crash characteristic models. *50th Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine*.
- Maycock, G. (1995). Driver sleepiness as a factor in car and HGV accidents. *Safety and Environment Resource Centre, Transport Research Laboratory, Crowthorne*.
- McCartt, A. T., Ribner, S. A., Pack, A. I., & Hammer, M. C. (1996). The scope and nature of the drowsy driving problem in New York State. *Accident Analysis & Prevention*, 28, 511-517.
- Meesmann, U. & Boets, S. (2014). Vermoeidheid en afleiding door GSM - gebruik. Resultaten van de driejaarlijkse attitudemeting over verkeersveiligheid van het BIVV. *Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid*, Brussel, België.
- Neale, V. L., Dingus, T. A., Klauer, S. G., Sudweeks, J., & Goodman, M. (2005). An Overview of The 100-Car Naturalistic Driving Study and Findings. *National Highway Traffic Safety Administration and Virginia Tech Transportation Institute*, www.nhtsa.dot.gov/staticfiles/DOT/NHTSA/NRD.
- Nordbakke, S. & Sageberg, F. (2007). Sleepy at the wheel: Knowledge, symptoms and behaviour among car drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10, 1-10.
- 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 & Prevention*, 27, 769-775.
- Philip, P., Taillard, J., Guilleminault, C., Quera Salva, M. A., Bioulac, B., & Ohayon, M. (1999). Long distance driving and self-induced sleep deprivation among automobile drivers. *Sleep*, 22, 475-480.
- Philip, P., Vervialle, F., Le Breton, P., Taillard, J., & Horne, J.A. (2001). Fatigue, alcohol, and serious road crashes in France: factorial study of national data. *British Medical Journal*, 322, 829-830.
- Phillips, R. O. & Sagberg, F. (2013). Road accidents caused by sleepy drivers: Update of a Norwegian survey. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 138-146.
- Powell, N. B., Schechtman, K. B., Riley, R. W., Guilleminault, C., Chiang, R. P., Weaver, E. M. (2007). Sleepy driver near-misses may predict accident risks. *Sleep*, 30, 331-342.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Radun, I., & Radun, J. E. (2009). Convicted of fatigued driving: Who, why and how? *Accident Analysis and Prevention*, 41, 869-875.
- Reyner, L. A., Horne, J. A., & Flatley, D. (2010). Effectiveness of UK motorway services areas in reducing sleep-related and other collisions. *Accident Analysis & Prevention*, 42, 1416-1418.
- Roehrs, T., Beare, D., Zorick, F., & Roth, T. (1994). Sleepiness and ethanol effects on simulated driving. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 18, 154-158.
- Riguelle, F. (2014). Drinken we te veel als we rijden ? Nationale gedragsmeting “Rijden onder invloed van alcohol” 2012. *Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid*, Brussel, België.

SafetyNet (2009) Alcohol, téléchargé 2015.03.11, URL

http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pdf/alcohol.pdf

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

Sagaspe, P., Taillard, J., Bayon, V., Lagarde, E., Moore, N., Boussuge, J., Chaumet, G., Bioulac, B., & Philip, P. (2010). Sleepiness, near-misses and driving accidents among a representative population of French drivers. *Journal of Sleep Research*, 19, 578-584.

Schulze, H., Schumacher, M., Urmeew, R., & Auerbach, K. (2012). Driving under the influence of drugs, alcohol and medicines in Europe - findings from the DRUID project. *European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA)*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Schwarz, J. F., Ingre, M., Fors, C., Anund, A., Kecklund, G., Taillard, J., Philip, P., Åkerstedt, T. (2012). In-car countermeasures open window and music revisited on the real road: popular but hardly effective against driver sleepiness. *Journal of Sleep Research*, 21, 595-599.

Stutts, J. C., Wilkins, J. W., & Vaughn, B. V. (1999). Why do people have drowsy driving crashes? Input from drivers who just did. *AAA Foundation for Traffic Safety*

Summala, H., & Mikkola, T. (1994). Fatal accidents among car and truck drivers: Effects of fatigue, age, and alcohol consumption. *Human Factors*, 36(2), 315-326.

Tefft, B. C. (2012). Prevalence of motor vehicle crashes involving drowsy drivers, United States, 1999-2008. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 180-186.

Vaa, T. (2003). Impairment, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis. *Norwegian Centre for Transport Research - Institute of Transport Economics*, Oslo, Report 690/2003.

Vakulin, A., Baulk, S. D., Catcheside, P. G., Antic, N. A., van den Heuvel, C. J., Dorrian, J., McEvoy, R. D. (2009). Effects of alcohol and sleep restriction on simulated driving performance in untreated patients with obstructive sleep apnea. *Annals of Internal Medicine*, 151, 447-455.

Van den Berg, J. & Landström, U. (2006). Symptoms of sleepiness while driving and their relationship to prior sleep, work and individual characteristics. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9, 207-226.

Van den Bulck J. (2007). Adolescent use of mobile phones for calling and for sending text messages after lights out: Results from a prospective cohort study with a one-year follow-up. *Sleep*, 30, 1220-1223.

Vanlaar, W., Simpson, H., Mayhew, D., & Robertson, R. (2008). Fatigued and drowsy driving: A survey of attitudes, opinions and behaviors. *Journal of Safety Research*, 39, 303-309

Wang, J. S., Knipling, R. R., & Goodman, M. J. (1996). The role of driver inattention in crashes; new statistics from the 1995 Crashworthiness Data System. *40th Annual Proceedings, Association for the Advancement of Automotive Medicine*, Octobre, Vancouver, BC.

Wheaton, A. G., Shults, R. A., Chapman, D. P., Ford, E. S., Croft, J. B. (2014). Drowsy driving and risk behaviors - 10 States and Puerto Rico, 2011-2012. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 63, 557-562.

Wood, B., Rea, M. S., Plitnick, B., & Figueiro, M. G. (2013). Light level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression. *Applied Ergonomics*, 44, 237-240.

Wood, S.N. (2003). Thin plate regression splines. *Journal of the Royal Statistical Society Series B (Statistical Methodology)*, 65, 95-114.

Xie, L., Kang, H., Xu, Q., Chen, M. J., Liao, Y., Thiyagarajan, M., O'Donnell, J., Christensen, D. J., Nicholson, C., Iliff, J. J., Takano, T., Deane, R., Nedergaard, M. (2013). Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *Science*, 342, 373-377.



Institut Belge pour la Sécurité Routière
1405 Chaussée de Haecht
B-1130 Brussels
info@ibsr.be

Tél. : 0032 2 244 15 11
Fax : 0032 2 216 43 42