

CONSEIL NATIONAL DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

COMITÉ DES EXPERTS

SOMNOLENCE ET RISQUE ACCIDENTEL

FOCUS THÉMATIQUE

SOU MIS À LA SÉANCE PLÉNIÈRE DU CNSR DU 21 AVRIL 2017

Rédacteur : Damien Léger

Contributeurs : Jean-Pascal Assailly, Dominique Bouton, Roger Braun, Yoan Casteels, Marie-Line Gallenne, Emmanuel Lagarde, Sylvain Lassarre, Bernard Laumon, Damien Léger, Dominique Mignot, Michèle Muhlmann-Weill, Yves Page, Louis-Rachid Salmi, Philippe Toussaint et Pierre Van Elslande.

Nos remerciements pour leur précieuse contribution vont à Christian Machu, et Manuelle Salathé.



CONSEIL NATIONAL DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

COMITÉ DES EXPERTS

SOMNOLENCE ET RISQUE ACCIDENTEL

Note d'orientation et préambule théorique

Ont contribué à ce rapport : Jean-Pascal Assailly, Dominique Bouton, Roger Braun, Yvan Casteels, Marie-Line Gallenne, Emmanuel Lagarde, Sylvain Lassarre, Bernard Laumon, Damien Léger, Dominique Mignot, Michèle Muhlmann-Weill, Yves Page, Louis-Rachid Salmi, Philippe Toussaint et Pierre Van Elslande.

Nous remercions pour leur précieuse contribution Christian Machu et Manuelle Salathé.

Somnolence au volant et risque accidentel. Pistes de Prévention. Note d'orientation.

Synthèse

La somnolence au Volant est un phénomène à la fois ordinaire qui concerne 10 à 15% des conducteurs professionnels et l'une des premières causes d'accidents mortels sur l'autoroute (un tiers des cas). Il s'agit d'un facteur humain d'accident en lien avec la privation chronique de sommeil et le travail à horaires irréguliers. Mais de nombreuses pathologies du sommeil ou traitements psychotropes peuvent aussi en être responsables. Il existe des moyens objectifs et des échelles subjectives permettant d'apprécier la somnolence de manière fiable. Nous proposons dans ce document des pistes de prévention sous la forme d'une note d'orientation permettant de faire progresser les connaissances et la prévention du risque lié à la somnolence au volant.

Introduction

La somnolence au volant est aux côtés du contrôle de la vitesse et de l'alcool au volant l'un des grands enjeux de cette possible prévention des accidents.

En Europe, la somnolence au volant semble en effet l'une des causes majeure d'accidents mortels de la circulation. Les experts comparent l'effet de la somnolence à celui de l'alcool, dont l'abus au volant est puni par la loi. Or, des études révèlent que conduire après une nuit blanche équivaut à prendre la route avec une alcoolémie de 0,9 g/l, un taux illégal dans tous les pays de l'Union européenne. Les accidents de la circulation causés par un conducteur s'endormant au volant sont potentiellement sévères et souvent mortels, du fait de la vitesse incontrôlée du véhicule lors de l'impact, et de l'incapacité du conducteur à freiner.

Il est difficile cependant d'estimer l'état d'un conducteur juste avant un accident, ce qui complique la collecte de données objectives. Ainsi, la proportion d'accidents liés à la somnolence est-elle fréquemment sous-estimée : d'une part de par l'incapacité du conducteur à se rappeler de la période précédant immédiatement la collision, d'autre part de par l'impossibilité de réaliser des mesures objectives au moment de l'accident pour attribuer cet accident à la somnolence.

Les experts et autorités de sécurité routière en sont conscients mais font face à plusieurs dilemmes pour mettre en évidence, prévenir et/ou pénaliser ce comportement risqué au volant :

- 1) La somnolence est très fréquente puisqu'elle touche presque un tiers de la population, et donc des conducteurs. La cause principale est la privation de sommeil souvent liée aux horaires de travail et/ou au style de vie (temps passé aux nouvelles technologies le soir). Mais la somnolence peut être aussi d'origine médicale ou médicamenteuse.
- 2) Il n'existe pas de test individuel simple permettant d'affirmer la somnolence lors d'un contrôle de police ou après un accident.
- 3) La somnolence est un phénomène continu et un conducteur non somnolent au début d'un voyage peut le devenir en route, ce qui rend la prévention difficile.
- 4) Enfin la somnolence est en interaction avec d'autres facteurs reconnus d'insécurité routière : la vitesse, l'alcool, la distraction, sans qu'il soit aisé d'identifier comment l'un agit sur l'autre.

A la suite des précédentes recommandations du Comité des experts du CNSR, l'esprit de cette note d'orientation vise à réduire la mortalité routière et les accidents à l'horizon de 2020.

Son but n'est pas de montrer une nouvelle fois l'impact de la somnolence sur le risque accidentel. Des documents de référence récents seront joints à cette note pour en faire la preuve.

Mais, compte tenu du caractère spécifique et encore mal identifié de ce facteur de risque elle propose 4 axes d'orientation visant à mieux l'identifier, la prévenir, la mesurer, la prendre en compte en interaction avec d'autres facteurs reconnus.

Axe 1 : Prévenir la somnolence comme facteur de risque accidentel sur la route.

La prévention de la somnolence est un sujet difficile de santé publique qui peut sembler hors de la portée du champ de la prévention routière. En effet la somnolence est très fréquente dans la vie quotidienne. Elle touche 30% de la population. Elle relève de causes professionnelles ou de loisirs, ou bien de pathologies. Intervenir sur la somnolence peut sembler intrusif. Cependant l'information sur le risque accidentel lié à la somnolence au volant nous semble spécifique et indispensable à la prévention en s'axant sur plusieurs informations qui sont mal connues et qui doivent être mieux normalisées en collaboration

avec des organismes publics spécialisés comme l'Institut National du Sommeil et de la Vigilance INSV et portant sur les messages suivants :

- Après un assoupissement au volant une première fois, le risque de s'endormir avec un accident une deuxième fois sur le même trajet est multiplié par 10
- Dormir moins de 6 heures par 24 heures augmente par 3 le risque d'accidents par endormissement au volant.
- Conduire la nuit lorsqu'on n'est pas habitué est dangereux car le risque de somnolence est significativement augmenté.
- Prendre des médicaments avec une vignette orange ou rouge de risque de somnolence est dangereux pour la conduite
- 75% des patients apnéiques ignorent qu'ils ont un risque plus élevé de somnolence.
- En cas de somnolence au volant, s'arrêter, passer le volant à un autre ou faire une sieste.
- La somnolence ne se perçoit pas de manière identique chez le conducteur automobile, de véhicule lourd ou le motard.

Notre recommandation est de favoriser la diffusion de ces informations simples via les organismes de sécurité routière au grand public, aux conducteurs professionnels, aux jeunes conducteurs, aux conjoints et familles des conducteurs.

Elle est aussi de favoriser l'auto-dépistage de la somnolence en orientant les conducteurs sur des messages fonction des tranches d'âge.

Axe 2 : Améliorer l'identification de la somnolence comme facteur de risque accidentel sur la route.

La somnolence n'est pas aujourd'hui identifiée comme un facteur de risque indépendant ni par les statistiques nationales ou européennes de sécurité routière, ni par les autorités administratives de gendarmerie ou de police.

- La qualité des rapports annuels de sécurité routière de l'ONISR et leur diffusion très large en font la référence sur l'évolution année après année de l'accidentalité. Mais ces rapports ne produisent pas de données sur le risque somnolence. La perte de vigilance et le défaut d'attention y sont bien précisés. Mais les données présentées reposent sur la notion de « malaise fatigue » qui est celui figurant sur les fiches de

gendarmerie et qui recouvrent des notions très vagues enregistrés dans 8% des accidents mortels routiers et 14% des décès autoroutiers (en 2012). D'un autre côté ces rapports précisent que le défaut d'attention est précisé dans 8,7% des décès. Mais le défaut d'attention recouvre plus de situations que la simple somnolence.

Pourtant les données recueillies pour établir ces rapports comprennent bien des éléments qui devraient permettre d'approcher plus finement la somnolence comme facteur accidentogène :

- L'heure de la journée ou de la nuit (les heures de plus forte somnolence sont connues)
- La responsabilité du conducteur dans l'accident
- Le type de collision (accident à un seul véhicule sans tiers)
- La nature des cofacteurs
- Le type de route et le milieu agglomération ou non ?

Notre proposition est d'établir un algorithme consensuel tenant compte de ces différents facteurs pour établir plus finement l'évaluation du risque somnolence à partir des statistiques annuelles de l'ONISR. Cet algorithme, à valider, permettrait de suivre plus finement le risque somnolence dans le temps et pourrait être évalué à partir d'enquêtes sur un nombre plus limité d'accidents.

- La base des statistiques nationales des causes d'accidents mortels et sévères est la fiche BAAC. Le « terme malaise fatigue » employé n'a aucune validité scientifique ni dans le domaine des causes, ni dans le domaine de la prévention.

La confusion entre fatigue et somnolence a été longuement entretenue par méconnaissance et même à plus haut niveau dans les campagnes de prévention encouragées par la sécurité routière.

Rappelons que la fatigue peut être physique, cognitive ou psychologique (psychasthénie). Elle résulte d'un effort prolongé ou d'un état dépressif (pour la psychasthénie) et est calmée par le repos. La fatigue n'a jamais été identifiée, quelque soit sa composante comme un facteur accidentel.

La somnolence au contraire peut être normale à certains moments des 24 heures (et spécialement entre 2 et 5 heures du matin). Elle est augmentée par la privation de sommeil et résolue par le sommeil. Elle est reconnue comme un facteur accidentel comportemental avec un niveau de preuve de grade A : effet avéré.

Notre proposition est de développer et de valider les moyens d'appréciation de la somnolence sur les sites d'accident pour aider les Forces de l'ordre à renseigner les fichiers dits « APAM » des auteurs présumés d'accidents mortels.

Nous validons aussi le changement de l'item de la fiche BAAC pour remplacer « fatigue-malaise » par 2 items « somnolence » et « malaise ».

- Pour connaître la prévalence du facteur 'somnolence', ainsi que des facteurs souvent confondus avec celui-ci, proches (comme la baisse de vigilance, le sommeil, l'endormissement) ou pas (comme l'inattention ou la distraction), il faut aussi procéder à des études détaillées d'accidents (EDA) effectuées en marge des relevés de police ou de gendarmerie et enquêtes judiciaires par des professionnels formés aux investigations accidentologiques. Ce type d'investigations est mené depuis de nombreuses années en France par l'ONSER, puis l'INRETS puis l'IFSTTAR, par les constructeurs automobiles, et également à l'étranger comme aux États-Unis, au Japon, en Australie, en Chine, en Inde, et plus proches de nous en France, en France, en Suède, et en France. Il y a de nombreuses manières de procéder à ces 'EDA', avec des objectifs différents, avec des budgets différents et des méthodes d'investigations variées, de la plus approfondie à la plus quantitativement étendue (en France, par exemple le consortium d'enquêtes GIDAS (German In-Depth Accident Study) investigate environ 2000 accidents corporels chaque année).
- Ces enquêtes ne concernent pas exclusivement la somnolence mais ce facteur étant difficile à appréhender, confier son dépistage à des spécialistes nous semble une nécessité. Elle aurait également la grande vertu de disposer de données plus fiables et plus 'statistiquement significatives' sur une large palette de facteurs d'accidents en plus de la somnolence.
-

Notre proposition consiste par conséquent à créer en France un recueil de données à plus grande échelle que ce qui se fait aujourd'hui (une centaine d'EDA sont réalisées en France chaque année). Bien évidemment, les enquêteurs accidentologistes devront être formés à l'analyse de la présence de la somnolence chez un conducteur avant

l'accident. Ce type d'enquêtes permettrait de disposer d'informations détaillées sur l'étiologie des accidents et des blessures avec une puissance statistique améliorée.

Axe 3 : Evaluer les technologies embarquées d'évaluation de la somnolence.

La somnolence est un facteur humain d'accident susceptible de varier d'un moment à l'autre et qu'il est impossible d'apprécier à ce jour par des tests biologiques, comme cela peut être fait pour l'alcool, les stupéfiants ou les médicaments.

Cette difficulté de mesure explique en bonne partie son insuffisante prise en compte comme facteur de risque.

Nous proposons cependant de développer deux modes d'appréciation de la somnolence existants mais qui ne sont pas suffisamment mis en place de manière consensuelle et harmonisée :

- l'évaluation systématique des dispositifs embarqués de prévention de la somnolence
- l'évaluation médicale systématique des conducteurs professionnels suite à un accident lié à la somnolence.

- De plus en plus de marques s'attachent à développer des processus embarqués d'évaluation de la vigilance du conducteur. Certains sont réservés à des options de luxe comprenant une assistance anticollision. D'autres sont plus systématiques et se réfèrent au comportement du conducteur, vis-à-vis des franchissements de ligne, des changements d'accélération, du temps passé à conduire sans arrêt.

La plupart de ces systèmes font l'objet de valorisation commerciale. Certains ont été testés en laboratoire ou sur circuits d'essai. Mais les dossiers scientifiques de mise au point ne sont pas accessibles.

Nous proposons de rendre obligatoire l'évaluation du dossier scientifique de ces dispositifs par un comité d'experts indépendants à la fois pour rendre un avis sur la qualité de l'évaluation et éventuellement d'établir un label permettant le développement des meilleurs systèmes à d'autres modèles.

- La réglementation de l'aptitude médicale à la conduite des véhicules des groupes légers (c'est-à-dire automobiles particulières) et lourds (poids lourds, bus, remorques..) comprend un volet somnolence qui précise notamment pour le groupe

lourd dans ***l'Arrêté du 18 décembre 2015 « JO du 27 décembre 2015 »*** : « Somnolence excessive d'origine comportementale, organique (dont le syndrome d'apnées obstructives du sommeil SAOS), psychiatrique ou iatrogène : la reprise de la conduite pourra avoir lieu 1 mois après l'évaluation de l'efficacité thérapeutique du traitement approprié. Cette reprise sera proposée à l'issue du bilan spécialisé (voir préambule). Compatibilité temporaire de 1 an. Incompatibilité tant que persiste une somnolence malgré le traitement. Nécessité de l'avis du médecin ayant pris en charge le traitement de la somnolence, qui décidera des investigations nécessaires dont la réalisation si nécessaire d'un Test de Maintien d'éveil. (TME) pour confirmer le retour d'une vigilance normale.

- Cette réglementation avait été affirmée l'an dernier par ***la directive européenne du 1^{er} juillet 2014*** qui précise notamment au sujet du syndrome d'apnées du sommeil pour le groupe lourd : « Le permis de conduire peut être délivré aux candidats ou aux conducteurs porteurs d'un syndrome de l'apnée obstructive du sommeil modéré ou sévère qui démontrent que leur affection fait l'objet d'un contrôle approprié.

Les candidats ou les conducteurs porteurs d'un syndrome de l'apnée obstructive du sommeil modéré ou sévère sous traitement sont soumis à un examen médical régulier, au moins tous les trois ans pour les conducteurs du groupe 1 et au moins chaque année pour les conducteurs du groupe 2, afin d'établir dans quelle mesure le traitement est respecté, s'il est nécessaire de poursuivre le traitement et si une bonne vigilance est maintenue.»

- Le test de Maintien d'éveil est un test électro-encéphalographique qui est prévu à la nomenclature de la sécurité routière et réalisé en France dans plus de 60 centres du sommeil agréés par la Société Française de Recherche et Médecine du Sommeil SFRMS. Cette possibilité d'évaluation légale de la somnolence et vigilance est mal connue.

Nous proposons de mieux appliquer la réglementation d'aptitude médicale du permis de conduire visant la somnolence et d'inciter les médecins du travail et médecins traitants à adresser systématiquement les conducteurs du groupe II victimes d'accidents liés à la somnolence dans ces centres avec un circuit fléché sécurité routière pour la réalisation des ces tests d'éveil TME. La prise de rendez-vous des patients venant pour la question de somnolence au volant, serait facilitée et labellisée pour permettre une réponse rapide et adéquate aux professionnels.

Axe 4 : Identifier l'interaction de somnolence avec d'autres facteurs de risque accidentel reconnus.

L'interaction entre la somnolence et plusieurs autres facteurs de risque comportementaux fait l'objet à juste titre de bien des interrogations qui ne sont pas résolues :

- Quelle est l'interaction entre somnolence et alcool. L'alcool entraîne une sédation et la privation de sommeil a un effet sur le comportement qui aggrave les effets de l'alcool. Cependant il y a un manque de données sur la responsabilité respective de chacun de ces facteurs associés dans l'accidentalité.
- L'interaction entre vitesse et somnolence reste méconnue, d'autant qu'elle est compliquée par le fait que les exigences attentionnelles augmentent avec la vitesse.
- La somnolence chez le conducteur de deux-roues motorisé ne se manifeste pas par des endormissements mais par une difficulté d'adaptation de la personne vis-à-vis de sa moto et de l'environnement. Mais il s'agit d'un thème encore peu exploré.
- Enfin les interrelations entre attention et somnolence font l'objet de nombreux débats de spécialistes mais sans applications pratiques en termes de prévention. La somnolence favorise la distraction ainsi que la labilité attentionnelle.

Nous recommandons que ces interactions fassent l'objet d'appels d'offre auprès des équipes de recherche.

Somnolence et risque accidentel

Préambule théorique

Damien Léger

RESUME

La somnolence au volant est un phénomène fréquent qui concerne l'ensemble des conducteurs. C'est un facteur d'accidents mortels, en particulier sur autoroute. Ses causes sont humaines en lien avec la privation chronique de sommeil et le travail à horaires irréguliers, mais aussi médicales en lien avec plusieurs pathologies et certains traitements, notamment psychotropes. Bien qu'il existe des moyens objectifs et des échelles subjectives permettant d'apprécier la somnolence de manière fiable, des recherches doivent être conduites pour définir un système opérationnel sur le site d'un accident ou en prévention. L'information et l'éducation routière devraient mieux intégrer la prévention de la somnolence pour éviter de nombreux accidents chaque année.

Introduction

Selon la Direction Générale Mobilité et Transports de la Commission européenne, le nombre de tués sur les routes n'a cessé de diminuer dans toute l'Union européenne avec une baisse de 43 % entre 1992 et 2002 (1). Malgré ce résultat encourageant, en 2010, les accidents de la circulation étaient encore responsables de 30 900 morts et de 1,7 million de blessés (1). Pour que le nombre de victimes continue de baisser, il est nécessaire de mieux comprendre les mécanismes et les circonstances des accidents de la circulation, et de mettre en place de nouvelles stratégies de prévention. La somnolence au volant est aux côtés du contrôle de la vitesse et de l'alcool au volant l'un des grands enjeux de cette possible prévention des accidents.

En Europe, la somnolence au volant semble en effet l'une des causes majeure d'accidents mortels de la circulation. Les experts comparent l'effet de la somnolence à celui de l'alcool, dont l'abus au volant est puni par la loi[0]. Or, des études révèlent que conduire après une nuit blanche équivaut à prendre la route avec une alcoolémie de 0,9 g/l, un taux illégal dans tous les pays de l'Union européenne (2). Les accidents de la circulation causés par un conducteur s'endormant au volant sont potentiellement sévères et souvent mortels, du fait de la vitesse incontrôlée du véhicule lors de l'impact, et de l'incapacité du conducteur à freiner.

Il est difficile cependant d'estimer l'état d'un conducteur juste avant un accident, ce qui complique la collecte de données objectives. Ainsi, la proportion d'accidents liés à la somnolence est-elle fréquemment sous-estimée : d'une part de par l'incapacité du conducteur à se rappeler de la période précédant immédiatement la collision, d'autre part de par l'impossibilité de réaliser des mesures objectives au moment de l'accident pour attribuer cet accident à la somnolence.

Dans cet article nous présenterons d'abord l'épidémiologie de la somnolence et des accidents liés à la somnolence.

Puis nous aborderons les différents comportements et pathologies susceptibles d'augmenter la somnolence.

Nous rappellerons ensuite quels sont les moyens disponibles pour évaluer la somnolence et la vigilance.

Nous donnerons enfin les règles de prévention de la somnolence au volant.

1) Epidémiologie de la somnolence et de la somnolence au volant.

De la somnolence à la somnolence excessive.

La somnolence peut être définie de manière multiple en fonction des moyens de mesure, ce qui rend difficile d'apprécier sa prévalence épidémiologique.

Si on parle de simple interruption de l'éveil par des épisodes de sommeil léger de brève durée au cours de la journée : entre 8 et 15% des sujets adultes sont concernés avec une augmentation avec l'âge (3).

Si on se réfère aux sujets ayant complété l'échelle de somnolence d'Epworth, une échelle de référence internationale pour l'évaluation de la somnolence quotidienne (ESS) (4), et dont le score est supérieur à 10 : on trouve également cette proportion habituelle de 8 à 20 % des sujets adultes somnolents (3, 5-7).

L'hypersomnolence concerne moins de personnes. Elle est caractérisée par la survenue d'épisodes irrésistibles de sommeil au cours de la journée ou par la proportion de sujets ayant un score à l'ESS >16. Elle concernerait entre 3 et 6% des adultes (3, 8-10).

Certaines personnes ne sont pas considérées comme somnolentes quand elles ont la possibilité de dormir de manière normale, mais leur durée élevée de sommeil n'est pas facilement satisfaite ce qui les rend dans un état quasi-permanent de privation de sommeil et de somnolence, même avec des habitudes régulières. Ainsi dans un échantillon national représentatif de 24671 français de 15 à 85 ans, nous avons retrouvé 2,7% de personnes ayant besoin de dormir plus de 10 heures par 24 heures (11).

Epidémiologie de la somnolence au volant

De nombreuses études ont été consacrées ces toutes dernières années à évaluer la prévalence des conducteurs somnolents. Ainsi aux USA, chez 31 522 conducteurs, la somnolence régulière au volant était récemment rapportée par 3,6% des personnes(12).

Une étude de revue réalisée par le « Centre of diseases control (CDC) » à partir des statistiques d'accidents de la route de 19 états américains et le district de Columbia en 2009, estime que la somnolence au volant est impliquée dans 2,5% des accidents mortels et 2% de l'ensemble des accidents de la route répertoriés. Des modèles ont estimé que 15 à 33% des accidents mortels pouvaient impliquer des conducteurs somnolents. En moyenne

les accidents liés à la somnolence sont plus sévères et plus mortels que ceux dans lesquels la somnolence n'est pas impliquée. Pour mieux connaître le niveau de somnolence des conducteurs, le CDC a analysé les données du système de surveillance des risques comportementaux (Behavioral Risk Factor Surveillance System BRFSS) en 2009-2010. Sur 147.076 répondants des 19 états américains et du district de Columbia : 4,2% ont rapporté s'être endormi au volant au moins une fois lors des 30 derniers jours.

En France, Quera-Salva et al. a interrogé sur des aires d'autoroutes 3051 conducteurs à l'aide de questionnaires sur tablettes : 2,9% des conducteurs rapportent avoir connu des presque accidents liés à la somnolence au cours du déplacement en cours, 8,5% au cours de l'année précédente et 2,3% ont eu un accident lié à la somnolence au volant au cours de l'année dernière (14). Les statistiques des autoroutes françaises montrent également que depuis plusieurs années un accident mortel sur trois sur l'autoroute serait lié à la somnolence (15).

En Norvège, deux campagnes identiques ont été réalisées en 1997 et 2008 pour tenter d'attribuer la part des accidents liés à la somnolence en la différenciant en fonction de la responsabilité du conducteur dans l'accident. Lors des accidents où le conducteur n'était pas considéré comme responsable, la somnolence était impliquée dans 8,3% des accidents en 1997 et dans 2,9% en 2008 (16). Mais, elle semble avoir été la cause de 1,9% (1997) à 3,9% (2008) des accidents dont la responsabilité est attribuable au conducteur. Selon l'analyse par régression logistique les caractéristiques suivantes sont statistiquement associées aux accidents par somnolence: sortie de route inexplicite, malgré de « bonnes conditions de conduite », durée du voyage plus longue, temps d'expérience de conduite depuis le permis. Les facteurs suivants sont aussi associés de manière significative avec la somnolence au Volant qu'elle conduise ou non à un accident: être un homme, conduire de plus en plus chaque année, être plus jeune et avoir des troubles du sommeil. Pris ensemble ces arguments montrent que les campagnes de prévention doivent être orientées vers les jeunes hommes conduisant depuis peu et sur des longues durées.

Cette année 2014 une enquête par internet sur la conduite et la somnolence a été organisée par l'ESRS (European Sleep Research Society) et a analysé 12 434 questionnaires de 19 pays dont plus de 1000 questionnaires en France(17). La prévalence moyenne de la somnolence au volant au cours des 2 dernières années était de 17%. Sur ceux qui somnolent au volant : la prévalence d'accidents était de 7% (dont 13,2% ont nécessité une hospitalisation et 3,6% ont entraîné au moins un décès). Les raisons principales de somnolence au volant évoquées par les conducteurs ont été : un mauvais sommeil la nuit dernière (42,5%) et des mauvaises habitudes de sommeil en général (34,1%). Le fait de s'endormir au volant est plus fréquent aux Pays Bas (Odds-Ratio (OR) =3,55) et en Autriche (2,34), suivis par la Belgique (1,52), le Portugal (1,34), la Pologne (1,22) et la France (1,20). Les taux les moins élevés étaient en Croatie (0,36), Slovénie (0,62), et Italie (0,65). Les déterminants principaux du risque de s'endormir au volant sont le plus jeune âge [OR= 1,68) chez les conducteurs de <30 ans]; le sexe masculin (1,78); le fait de conduire $\geq 20\ 000$ km/an (2,06); la plus haute somnolence à l'ESS (6,80); et le risque élevé de syndrome d'apnées obstructive du sommeil (SAOS) chez les hommes (3,52).

Cette étude paneuropéenne démontre l'importance du risqué de somnolence au volant partout en Europe et souligne l'importance de mener des campagnes de prévention pour une meilleure connaissance de ce risque.

2) Comportements et pathologies pouvant augmenter la somnolence

Comportements : la privation chronique de sommeil.

Parmi les facteurs comportementaux influençant la somnolence au volant : la privation de sommeil est l'un des plus influents.

Le manque de sommeil est en effet considéré comme l'une des principales causes de somnolence. Il concerne environ un tiers de la population adulte et 35 à 40% de la population active qui affirment dormir moins de 6 heures par 24 heures en semaine, limite

en dessous de laquelle une augmentation systématique de la somnolence et du risque accidentel a été démontrée (18). Des recherches récentes, basées sur la mesure de déviation et le nombre des changements de trajectoire, ont aussi montré qu'une seule nuit de privation partielle (limitée à 4 heures par exemple) peut fortement affecter les capacités de conduite (12-19).

Au milieu des années quatre-vingts dix, des spécialistes français du sommeil ont rapporté que 50 % des conducteurs réduisaient leur durée de sommeil la nuit avant leur départ en vacances, tandis que 10 % ne dormaient pas du tout. Paradoxalement plus le voyage était long, plus la durée du sommeil précédant le départ était courte (20). En 2002, une étude a montré que, pour des conducteurs ayant dormi moins de 5 heures dans les dernières 24 heures, le risque accidentel était 2,7 plus élevé que celui des conducteurs ayant eu une durée de sommeil normale (21). Une étude portant sur 13299 sujets de la cohorte GAZEL a aussi montré que le risque d'accident de la route sévère était augmenté par un facteur 1,5 (1,2-2) lorsque les conducteurs affirmaient avoir quelquefois endormi au volant dans les 12 derniers mois, et 2,9 (1,3-6,3) lorsqu'ils avaient été somolents au moins une fois par moi au volant dans les 12 derniers mois (22).

Comme nous l'avons également détaillé précédemment les jeunes hommes conducteurs sont particulièrement à risque de somnolence au volant (5, 6, 9, 12-18, 22). Outre leur grande sensibilité au manque de sommeil, les jeunes conducteurs présentent un manque d'expérience au volant, une tendance à adopter des stratégies inefficaces contre la somnolence et une propension aux comportements à risque.

Les horaires de travail de nuit ou irréguliers

Environ 20 % de la population active partout dans le monde travaille avec des horaires de nuit ou postés. Une proportion élevée de travailleurs de nuit (entre 15 et 30%) souffrent de somnolence régulière au cours de leur journée de travail (23-24). La somnolence provient

d'abord de l'insuffisance de sommeil : les travailleurs de nuit ou postés dorment en moyenne une heure de moins que ceux de jour fixe. Il en résulte une dette chronique de sommeil augmentant la tendance à somnoler. De plus, ces travailleurs sont souvent réveillés lors des heures « circadiennes » habituellement réservées au sommeil. Il en résulte une désynchronisation de l'horloge biologique avec une tendance à l'assoupissement (23-24). Une étude récente sur 530 conducteurs de poids lourds australiens accidentés comparés à un groupe identique de conducteurs non accidentés montre par exemple que conduire la nuit augmente le risque relatif d'accidents par 3,42 (25).

Pathologies du sommeil et risque accidentel.

Les pathologies du sommeil sont répertoriées depuis des années par une classification internationale consensuelle dont la dernière actualisation, en 2014 (26) confirme que de très nombreuses d'entre elles ont une répercussion sur la qualité de l'éveil et donc sur le risque de somnolence. Une étude menée en 2007 par Philip et col. pour l'Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes et d'ouvrages à péage (ASFA) a interrogé 35000 conducteurs réguliers d'autoroute : 16,9 % se plaignaient d'au moins un trouble du sommeil dont 9,3 % d'insomnie, 5,2 % de syndrome d'apnée obstructive du sommeil (SAOS) et 0,1 % de narcolepsie et hypersomnie (27). En outre, 8,9 % des conducteurs ont déclaré au moins un épisode par mois de somnolence au volant les ayant contraints à s'arrêter. Les risques les plus élevés d'accident sont retrouvés chez des sujets souffrant de narcolepsie et d'hypersomnie ou présentant plusieurs troubles du sommeil.

- Le risque d'accident est classiquement considéré comme plus élevé chez les patients présentant un SAOS dès lors que la somnolence, liée à un sommeil non récupérateur est une des caractéristiques de ce syndrome (26). Deux méta-analyses consacrées à la littérature estiment que le risque d'accident des conducteurs apnéiques est deux fois plus

important que celui des personnes sans SAOS et que ce risque revient à la normale chez les patients correctement traités par pression positive continue (PPC) (28-29).

- Peu d'études sont consacrées au risque accidentel des insomniaques. En interrogeant 5293 insomniaques de 10 pays nous avons pourtant retrouvé que 4,1% avaient eu un accident lié à la somnolence dans les 12 derniers mois et que 9% s'étaient endormis au volant au moins une fois (30). Ces accidents sont plus significativement plus fréquents chez les hommes et chez ceux qui conduisent dans le cadre professionnel. La réduction du temps de sommeil chez ces insomniaques semble plus significativement liée à ce risque accidentel que la prise de traitements hypnotiques.

- La narcolepsie qui associe hypersomnolence diurne et cataplexies déclenchées par les émotions (26) et les autres hypersomnies sont certainement des pathologies à risque accidentel élevé mais il s'agit de pathologies rares et peu d'études s'y sont intéressées (27). Mais le traitement par molécules éveillantes de type Modafinil améliore les performances de conduite réelle (déviation latérale et franchissement inappropriés de la ligne blanche) des patients hypersomniaques (31).

3) Quels sont moyens disponibles pour évaluer la somnolence et la vigilance.

Evaluation objective de la somnolence et de la vigilance.

Les méthodes objectives de mesure de la somnolence diurne reposent le plus souvent sur des méthodes physiologiques qui ne peuvent être réalisées et analysées qu'en milieu spécialisé :

Le Test Itératif de Latence d'Endormissement (TILE) et le Test de Maintien de l'Éveil (TME)

Ce sont des références absolues d'évaluation de l'état de somnolence et du maintien de la vigilance (32-35). Ces tests sont réalisés dans des conditions de laboratoire et reposent sur

l'analyse de l'électroencéphalographie. Au cours du TILE le sujet est allongé dans une pièce sombre et on mesure lors de 5 tests de 20 minutes la latence moyenne d'endormissement. Une latence inférieure à 10 minutes est considérée comme un signe de somnolence excessive.

Lors du TME, le sujet est assis sur une chaise dans une chambre semi-obscur et doit éviter de s'endormir. On mesure sa capacité à rester éveillé dans des conditions monotones.

La perturbation du TME a été corrélée avec le risque de somnolence au volant dans des études sur simulateur et en conduite réelle (déviations par rapport à la ligne médiane). Une latence supérieure à 19 minutes est considérée comme neutre pour le risque de somnolence au volant. Le TME est un test requis pour l'évaluation de la vigilance des conducteurs de véhicules professionnels en cas de somnolence traitée (36).

L'électroencéphalographie simple en ambulatoire

L'enregistrement de l'activité cérébrale par électroencéphalographie (EEG) peut être réalisé hors laboratoire pour mesurer la somnolence, sans qu'il soit nécessaire que les sujets dorment. L'électroencéphalographie est considérée comme le test de référence pour objectiver la somnolence d'un individu : elle a été utilisée dans de nombreuses études sur le sommeil en simulation de conduite ou en conduite réelle.

L'enregistrement vidéo des mouvements des paupières et oculaires

Pour tenter de faciliter la mesure de la somnolence chez des conducteurs en activité de conduite, de nombreux travaux ont porté ces dernières années sur l'analyse des mouvements des paupières et la fermeture des yeux. Une augmentation de la durée du clignement de l'œil est corrélée à une augmentation de la somnolence. De même, le ralentissement des mouvements oculaires et la diminution de la fréquence du clignement des paupières sont également associés à une augmentation de la somnolence (37-38). Des

algorithmes ont été développés pour tenter de donner des alarmes à partir de certains seuils (par exemple dès lors que les paupières sont fermées à 80 % de leur ouverture normale. Cependant, la sensibilité de ces capteurs est encore en question, d'une part à cause d'une grande variabilité individuelle, d'autre part à cause des modifications de signaux chez les conducteurs portant des lunettes (60 à 70% des conducteurs).

Une autre méthode utilise l'oculographie par réflectance infrarouge. Elle consiste à mesurer la vitesse relative et la durée du clignement des paupières, et plus particulièrement leur variabilité sur le court terme (39). Le conducteur doit porter une paire de lunettes spéciales qui envoient et reçoivent des impulsions de lumière infrarouge pour mesurer la vitesse de clignement des paupières. Un système informatique traite ces informations et fournit une indication de la somnolence sous forme de score affiché sur le tableau de bord. Là encore, la sensibilité du système doit être établie dans le futur.

Le test de vigilance psychomotrice

Une autre approche est basée sur la mesure du temps de réaction du conducteur, mis dans une condition se prendre des choix aléatoires avec possibilités d'omissions (lapses) devant un écran d'ordinateur. Un de ces outils, le test psychomoteur de vigilance (Psychomotor Vigilance Test - PVT (4)), est notamment utilisé pour évaluer la somnolence chez les voyageurs de commerce aux États-Unis. Le PVT est basé sur une tâche simple : le sujet appuie sur un bouton dès qu'un stimulus, comme une lumière, apparaît. Le stimulus se déclenche au hasard pendant quelques secondes, pendant 5 à 10 minutes. Sont notifiés le temps de réaction et le nombre de manquements à la tâche. Le PVT permet d'évaluer le niveau d'attention soutenue et estime la somnolence par le pourcentage de lapses.

La limite des outils de mesure

Ces mesures objectives de la somnolence doivent faire l'objet de recherches plus poussées, notamment concernant leur acceptabilité, leur possibilité d'implantation en série dans des véhicules, leur absence d'effet distrayant sur l'attention du conducteur. La différenciation des niveaux de somnolence est à affiner sur de plus grands groupes de conducteurs, et il conviendra de distinguer dans le futur les outils spécifiques de la somnolence de ceux qui le sont de l'attention.

Les méthodes subjectives d'appréciation de la somnolence

- *L'échelle de somnolence d'Epworth(ESS)*

D'autres méthodes pour mesurer la somnolence, tout à fait différentes de celles décrites précédemment, sont basées sur une approche subjective. Parmi celles-ci, une des méthodes les plus couramment utilisées est l'échelle de somnolence d'Epworth (ESS) (4).

Cette échelle est destinée à évaluer l'état général de somnolence diurne d'une personne, à l'aide d'un questionnaire court. Les sujets évaluent leur risque de s'assoupir dans différentes situations de la vie courante. Plus le score est élevé, plus le niveau de somnolence est important. Bien que ce test ne fournisse pas un diagnostic en soi, le score ESS est un indicateur simple et internationalement validé permettant de dépister des niveaux élevés de somnolence.

Des tests tels que l'ESS ont l'avantage de ne pas influencer le comportement du conducteur, et de ne pas attirer constamment son attention sur sa somnolence au volant. L'ESS a été largement utilisée comme outil de recherche dans des études portant sur la cause des accidents de la circulation et la responsabilité des facteurs humains. Pour autant, elle n'est pas destinée à évaluer la somnolence instantanée de conducteurs au volant.

- D'autres échelles de mesure de la somnolence, sont moins fréquemment utilisées : *l'échelle de somnolence de Stanford (SSS) (40) et l'échelle de somnolence de Karolinska (KSS) (41)*. Toutes deux sont validées et fiables mais plus utilisées en recherche que sur le terrain.
- **Le test de mesure de la déviation standard de la position latérale**

La mesure de la déviation standard de position latérale (Standard Deviation of Lateral Position - SDLP) (20,33) est aussi utilisée comme indicateur comportemental de la somnolence. Ce test restitue la façon dont le conducteur maintient la position de son véhicule sur la chaussée. Elle fournit des indications sur ses écarts de trajectoire et sa capacité à contrôler le mouvement latéral du véhicule. Ce test possède une haute reproductibilité et est significativement affecté par la somnolence et la diminution de l'attention au volant.

La SDLP est mesurée en centimètres, à l'aide d'un dispositif électro-optique monté à l'arrière du véhicule qui enregistre en continu la position latérale du véhicule par rapport à la ligne de délimitation de la voie (ligne blanche).

Les outils de mesure objective sont particulièrement pertinents car ils ne sont pas biaisés par l'auto-appréciation du conducteur. Toutefois, certains sont impossibles à mettre en place dans des conditions réelles de conduite. Les méthodes subjectives telles que l'échelle d'Epworth sont plus faciles à mettre en place mais ne fournissent pas de diagnostic en soi. Il est donc nécessaire de continuer à imaginer et mettre en place des outils innovants permettant d'intégrer des données provenant du comportement du conducteur vis-à-vis de son véhicule.

4) Les règles de prévention de la somnolence au volant.

Parmi les recommandations considérées comme efficaces sur le risque de somnolence au volant on peut citer :

- Eviter la privation de sommeil avant de prendre le volant. Dormir moins de 6 heures par 24 heures augmente le risque de s'endormir au volant et d'accident.
- Faire une pause au moins toutes les deux heures lorsqu'on effectue un long trajet. Cette pause doit être de 15 à 20 minutes.
- Faites une sieste pendant cette pause, en vous isolant dans un endroit calme, les yeux fermés et en vous faisant réveiller 15 à 20 minutes plus tard par une alarme ou par un ami.
- Dès que vous ressentez un épisode de somnolence au volant, il est urgent de s'arrêter et/ou de faire une pause ou de laisser le volant.
- Maintenez l'habitacle de la voiture à température constante sans augmenter ma température ni tenter de se stimuler en baissant les vitres.
- Prendre une tasse de café toutes les deux ou trois heures et hydrater vous.
- Pour les pauses : préférer des protéines (jambon, poulet) à des aliments sucrés.
- En tout cas éviter l'alcool au volant
- Ne conduisez pas ou peu de nuit si vous n'en avez pas l'habitude. Attention à la période de somnolence maximale de 2 à 5 heures du matin.

Conclusion

A coté de l'alcool au volant et des excès de vitesse, la responsabilité de la somnolence au volant dans le risque accidentel est en train d'être mieux connue comme l'un des facteurs déterminants du risque comportemental d'accident de la route.

A défaut d'instruments simples permettant de mesurer la somnolence des conducteurs, la prévention passe par l'information et l'éducation. Chaque médecin a donc sa place dans

cette éducation de prévention routière qui devrait permettre de sauver plusieurs centaines de vie par an dans les prochaines années.

Références:

- 1) European Road Safety Observatory. Accidents statistics.
http://ec.europa.eu/transport/wcm/road_safety/erso/data/Content/accident_statistics.htm Dernière consultation 11/11/2014.
- 2) Alhola P, Päävi PK. Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2007; 3:553-67.
- 3) Ohayon MM. From wakefulness to excessive sleepiness: what we know and still need to know. *Sleep Med Rev.* 2008; 12:129-41.
- 4) Johns MW. 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. *J Sleep Res.* 2000; 9:5-11.
- 5) Liviya Ng W, Freak-Poli R, Peeters A. The prevalence and characteristics associated with excessive daytime sleepiness among Australian workers. *J Occup Environ Med.* 2014; 56:935-45.
- 6) Wilsmore BR, Grunstein RR, Fransen M, Woodward M, Norton R, Ameratunga S. Sleep habits, insomnia, and daytime sleepiness in a large and healthy community-based sample of New Zealanders. *J Clin Sleep Med.* 2013; 9:559-66.
- 7) Haddock CK, Poston WS, Jitnarin N, Jahnke SA. Excessive daytime sleepiness in firefighters in the central United States. *J Occup Environ Med.* 2013; 55:416-23.

- 8) Ohayon MM, Vecchierini MF. Daytime sleepiness and cognitive impairment in the elderly population. *Arch Intern Med.* 2002; 162:201-8.
- 9) Philip P, Sagaspe P, Lagarde E, Leger D, Ohayon MM, Bioulac B, Boussuge J, Taillard J. Sleep disorders and accidental risk in a large group of regular registered highway drivers. *Sleep Med.* 2010; 11:973-9.
- 10) Chen HM, Clark AP, Tsai LM, Liu Y, Wu LM, Wu SJ. Excessive daytime sleepiness in Taiwanese people with heart failure. *J Nurs Res.* 2013; 21 :39-48.
- 11) Leger D, Beck F, Richard JB, Sauvet F, Faraut B. The risks of sleeping “too much” Survey of a national representative sample of 24671 adults (INPES Health Barometer). *Plos One Sep* 16;9(9):e106950.
- 12) Maia Q, Grandner MA, Findley J, Gurubhagavatula I. Short and long sleep duration and risk of drowsy driving and the role of subjective sleep insufficiency. *Accid Anal Prev.* 2013; 59:618-22.
- 13) Quera Salva MA, Barbot F, Hartley S, Sauvagnac R, Vaugier I, Lofaso F et al. Sleep disorders, sleepiness, and near-miss accidents among long-distance highway drivers in the summertime. *Sleep Med.* 2014;15:23-6
- 14) Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Drowsy driving - 19 states and the District of Columbia, 2009-2010. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2013; 61:1033-7
- 15) Fondation Vinci Autoroute pour une conduite responsable. Qu'est-ce que l'hypovigilance. fondation.vinci-autoroutes.com/fr Dernière consultation 11/11/2014.
- 16) Phillips RO, Sagberg F. Road accidents caused by sleepy drivers: Update of a Norwegian survey. *Accid Anal Prev.* 2013; 50:138-46.
- 17) Gonçalves M, Amici R, Lucas L, Åkerstedt T, Cirignotta C, Horne J, et al. Sleepiness at the wheel across Europe: a survey of 19 countries. Under publication JSR.
- 18) Leger D, duRoscoat E, Guignard J, Paquereau J, Beck J. Short sleep in young adults: is it insomnia or sleep debt? Prevalence and clinical description of short sleep in a

- representative sample of 1004 young adults from France. *Sleep Med.* 2011; 12:454-62.
- 19) Philip P, Sagaspe P, Moore N, Taillard J, Charles A, Guilleminault C, et al. Fatigue, sleep restriction and driving performance. *Accid Anal Prev.* 2005; 37:473-8.
- 20) Philip P, Ghorayeb I, Leger D, Menny JC, Bioulac B, Dabadie P, et al. Objective measurement of sleepiness in summer vacation long-distance drivers. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1997; 102:383-9.
- 21) Connor J, Norton R, Ameratunga S, Robinson E, Civil I, Dunn R, Bailey J, Jackson R. Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: population based case control study. *BMJ.* 2002; 324(7346):1125.
- 22) Nabi H, Gueguen A, Chiron M, Lafont S, Zins M, Lagarde E. Awareness of driving while sleepy and road traffic accidents: prospective study in GAZEL cohort. *BMJ* 2006; 8;333(7558):75. Epub 2006 Jun 23.
- 23) Haute Autorité de Santé. Recommandations pour la surveillance médicale des travailleurs postés et/ou de Nuit- Mai 2012. http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1255984/fr/label-de-la-has-surveillance-medico-professionnelle-des-travailleurs-postes-et/ou-de-nuit dernière consultation 11/11/2014
- 24) Bayon V, Léger D. Pathologie professionnelle des travailleurs postés et de nuit. *Rev Prat.* 2014; 64:363-8.
- 25) Stevenson MR, Elkington J, Sharwood L, Meuleners L, Ivers R, Boufous S, et al. The role of sleepiness, sleep disorders, and the work environment on heavy-vehicle crashes in 2 Australian states. *Am J Epidemiol.* 2014;179:594-601.
- 26) American Academy of Sleep Medicine (AASM). International classification of sleep disorders. Third Edition. Darien, Illinois, USA, AASM edition; 2014.

- 27) Philip P, Sagaspe P, Lagarde E, Leger D, Ohayon MM, Bioulac B, et al. Sleep disorders and accidental risk in a large group of regular registered highway drivers. *Sleep Med.* 2010; 11:973-9.
- 28) Tregear S, Reston J, Schoelles K, Phillips B. Obstructive Sleep Apnea and Risk of Motor Vehicle Crash: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal Clin Sleep Med* 2009; 5: 573-81.
- 29) Tregear S, Reston J, Schoelles K, Phillips B. Continuous Positive Airway Pressure Reduces Risk of Motor Vehicle Crash among Drivers with Obstructive Sleep Apnea: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sleep* 2010; 33:1373-80.
- 30) Léger D, Bayon V, Ohayon MM, Philip P, Ement P, et al. Insomnia and accidents: cross-sectional study (EQUINOX) on sleep-related home, work and car accidents in 5293 subjects with insomnia from 10 countries. *J Sleep Res.* 2014; 23:143-52.
- 31) Philip P, Chaufton C, Taillard J, Capelli A, Coste O, Léger D, et al. Modafinil improves real driving performance in patients with hypersomnia: a randomized double-blind placebo-controlled crossover clinical trial. *Sleep.* 2014; 37:483-7.
- 32) Carskadon MA, Dement WC. Multiple sleep latency tests during the constant routine. *Sleep* 1992; 15:396-9.
- 33) Philip P, Chaufton C, Taillard J, Sagaspe P, Léger D, et al. Maintenance of Wakefulness Test scores and driving performance in sleep disorder patients and controls. *Int J Psychophysiol* 2013; 89:195-202.
- 34) Herrmann US, Hess CW, Guggisberg AG, Roth C, Gugger M, et al. Sleepiness is not always perceived before falling asleep in healthy, sleep-deprived subjects. *Sleep Med.* 2010; 11:747-51.
- 35) Arzi L, Shreter R, El-Ad B, Peled R, Pillar G. Forty- versus 20-minute trials of the maintenance of wakefulness test regimen for licensing of drivers. *J Clin Sleep Med.* 2009; 5:57-62.

- 36) Arrêté du 31 août 2010 modifiant l'arrêté du 21 décembre 2005 fixant la liste des affections médicales incompatibles avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée limitée. Journal Officiel du 14 septembre 2010. Accessible le 10 décembre 2014 à : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022816662&categorieLien=id>
- 37) Filtner AJ, Anund A, Fors C, Ahlström C, Åkerstedt T, et al. Sleep-related eye symptoms and their potential for identifying driver sleepiness. *J Sleep Res.* 2014; 23:568-75
- 38) Anund A, Fors C, Hallvig D, Åkerstedt T, Kecklund G. Observer rated sleepiness and real road driving: an explorative study. *PLoS One.* 2013; 8:e64782.
- 39) Yamamoto K, Kobayashi F, Hori R, Arita A, Sasanabe R, et al. Association between pupillometric sleepiness measures and sleep latency derived by MSLT in clinically sleepy patients. *Environ Health Prev Med.* 2013; 18:361-7.
- 40) Herscovitch J, Broughton R. Sensitivity of the stanford sleepiness scale to the effects of cumulative partial sleep deprivation and recovery oversleeping. *Sleep.* 1981; 4:83-91.
- 41) Putilov AA, Donskaya OG. Construction and validation of the EEG analogues of the Karolinska sleepiness scale based on the Karolinska drowsiness test. *Clin Neurophysiol.* 2013; 124:1346-52.
- 42) Åkerstedt T, Bassetti C, Gonçalves M, Horne J, Leger D, et al. La somnolence au volant. Livre Blanc. INSV et AFSA éditeurs; 2013: 67 pages.