LA SOMNOLENCE AU VOLANT

LIVRE BLANC

INSTITUT NATIONAL DU SOMMEIL ET DE LA VIGILANCE

ASFA
AUTOROUTES & OUVRAGES CONCÉDÉS

LA SOMNOLENCE AU VOLANT

LIVRE BLANC

La lutte contre l'insécurité routière est une priorité pour le Gouvernement français.

Parmi les causes d'accident, l'une d'entre elles est aujourd'hui prépondérante sur autoroute : l'hypovigilance, avec ses corollaires que sont la somnolence et l'inattention.

Cela représente un accident mortel sur trois sur le réseau autoroutier, pourtant le plus sûr !

Ce phénomène n'est pas assez bien perçu. C'est pourquoi il me paraît indispensable de mieux le connaître et mieux le faire connaître.

Plus généralement, la somnolence reste un sujet sous-estimé, sociétal et culturel, qui constitue à la fois un enjeu de sécurité routière et de santé publique.

Cet ouvrage, émanant de l'association professionnelle des autoroutes et ouvrages routiers (ASFA) et de l'institut national du sommeil et de la vigilance (INSV), fait la somme des connaissances sur ce thème, tant au niveau français qu'au niveau européen, et émet un certain nombre de propositions.

En contribuant à une meilleure connaissance de la somnolence au volant, il permettra de favoriser la mise en place de nouvelles stratégies de prévention, afin de réduire encore davantage le nombre de victimes et atteindre l'objectif de moins de 2000 tués par an sur les routes de France d'ici 2020.

Manuel VALLS
Ministre de l'Intérieur

L'ASFA et l'INSV tiennent à remercier sincèrement les auteurs de ce livre, experts européens du sommeil. La plupart d'entre eux participent également à la recherche sur les accidents de la circulation liés à la somnolence dans leur propre pays et ont donc contribué à enrichir nos connaissances et propositions pour prévenir les conséquences de la somnolence au volant.

Torbjorn AKERSTEDT
STOCKHOLM, SUÈDE

Claudio BASSETTI
BERNE, SUISSE

Fabio CIRIGNOTTA
MILAN, ITALIE

Diego GARCÍA-BORREGUERO
MADRID, ESPAGNE

Marta GONÇALVES
PORTO, PORTUGAL

Jim HORNE
LOUGHBOROUGH, ROYAUME-UNI

Damien LÉGER
PARIS, FRANCE

Markku PARTINEN
HELSINKI, FINLANDE

Thomas PENZEL
BERLIN, ALLEMAGNE

Pierre PHILIP
BORDEAUX, FRANCE

Joris C. VERSTER
UTRECHT, PAYS-BAS

ASSOCIATION PROFESSIONNELLE AUTOROUTES ET OUVRAGES ROUTIERS

L'ASFA est l'association professionnelle des sociétés françaises concessionnaires ou exploitantes d'autoroutes ou d'ouvrages routiers.
Ses membres gèrent près de 9 000 km d'infrastructures à haut niveau de sécurité et de services.

L'objet social de l'ASFA est : la représentation et la défense des intérêts de la profession, la politique de communication sur les thèmes d'intérêt commun, les négociations à caractère social concernant la branche professionnelle, le développement des relations internationales non commerciales, la réalisation d'études, de recherches et d'enquêtes.

Devenue depuis 2002 la première cause d'accident sur autoroute, la somnolence au volant constitue un enjeu majeur de sécurité routière. L'ASFA et les sociétés d'autoroutes mettent donc au cœur de leur action la lutte contre ce phénomène.

www.autoroutes.fr et *www.somnolence-au-volant.fr*
asfa@autoroutes.fr

INSTITUT NATIONAL DU SOMMEIL ET DE LA VIGILANCE

L'institut National du Sommeil et de la Vigilance est une association fondée en 2000 sous l'impulsion de la Société Française de Recherche et Médecine du Sommeil (SFRMS).

Sa vocation : promouvoir le sommeil et ses pathologies comme une composante de santé publique. Ses missions : sensibiliser, informer et éduquer sur les troubles du sommeil et de la vigilance.

Structure fédérative, l'INSV regroupe l'ensemble de la communauté sommeil : société savante, associations de patients et professionnels de santé. Son Conseil d'Administration est composé de médecins et chercheurs, spécialistes du sommeil et leaders dans leur domaine.

Véritable interface de communication et de prévention sur le sommeil en France, l'INSV s'investit depuis 12 ans pour que le sommeil soit reconnu comme un facteur essentiel de la santé de façon individuelle et collective.

www.institut-sommeil-vigilance.org
contact@insv.org

SOMMAIRE

SYNTHÈSE p. 13

INTRODUCTION p. 17
Claudio Bassetti et Damien Léger

I- ANALYSE DE LA SOMNOLENCE AU VOLANT p. 23

A. Les caractéristiques de la somnolence et ses méthodes de mesure p. 23
Fabio Cirignotta, Thomas Penzel et Markku Partinen

1. Le cycle veille / sommeil p. 23
2. Les outils de mesure de la somnolence diurne p. 25
   - *Les méthodes objectives*
   - *Les méthodes subjectives*
   - *Le test de mesure de la déviation standard de la position latérale*

B. Les facteurs comportementaux influant sur la vigilance p. 28
Tobjorn Akerstedt et Pierre Philip

1. La privation de sommeil p. 28
2. Les horaires de travail irréguliers p. 29
3. La fatigue liée à la conduite p. 30
4. La durée de la conduite et la période dans la journée p. 31
5. Les situations combinant plusieurs facteurs de risque p. 31
   - *Les conducteurs professionnels*
   - *Les jeunes conducteurs*

C. Les pathologies influant sur la vigilance p. 32
Thomas Penzel, Markku Partinen et Damien Léger

1. L'apnée du sommeil p. 32
2. L'insomnie p. 33
3. La narcolepsie p. 33

D. Les effets des médicaments psychoactifs *p. 34*
Joris C. Verster et Diego García-Borreguero

1. Les tranquillisants mineurs p. 35
2. Les antipsychotiques p. 35
3. Les antidépresseurs p. 36
4. Les médicaments antihistaminiques p. 36

E. Les effets des substances psychoactives *p. 37*
Diego García-Borreguero et Joris C. Verster

1. L'alcool p. 38
2. Le cannabis p. 39

II- LES METHODES DE LUTTE CONTRE LA SOMNOLENCE AU VOLANT **p. 41**

A. Les dispositifs de détection et d'alerte embarqués *p. 41*
Jim Horne

1. Les systèmes de surveillance du comportement du véhicule p. 41
   - *Le régulateur de vitesse autonome*
   - *Les systèmes anticollision*
   - *Le système d'avertissement de sortie de route*
   - *Les voitures intelligentes du futur*
2. La détection de la somnolence basée sur les caractéristiques du conducteur p. 43
   - *Les systèmes équipés de caméra*
   - *L'électroencéphalogramme (EEG)*
   - *Le contrôle capacitif*
   - *La préhension du volant et les autres habitudes de conduite*
3. Les systèmes intégrés avancés p. 45

B. Les mesures axées sur les infrastructures routières *p. 46*
Jim Horne

1. Les bandes rugueuses p. 46
2. Les aires de repos p. 46

C. Les approches comportementales pour combattre la somnolence *p. 47*
Pierre Philip et Jim Horne

D. Les mesures mises en place par les employeurs p. 50
Damien Léger

III- ACTIONS MISES EN ŒUVRE **p. 51**

A. Le cadre juridique *p. 51*
Markku Partinen et Jim Horne

1. La fixation de limites médicales à la conduite p. 51
2. La détection et la sanction des conducteurs somnolents p. 52
3. Les conducteurs professionnels p. 53

B. Les initiatives européennes *p. 54*
Damien Léger, Claudio Bassetti et Marta Gonçalves

1. Les orientations de l'Union européenne sur la sécurité routière p. 55
   - *Les récentes initiatives de l'Union européenne*
   - *Le projet DRUID*
2. Les campagnes nationales dans les pays de l'Union européenne p. 56
   - *La campagne belge « Pitstop »*
   - *La campagne grecque « Les yeux sur la route »*
   - *Le sondage français « Faire face à la somnolence au volant » – INSV 2011*
   - *La campagne portugaise « Conduire en état de somnolence peut tuer »*
3. Les prochaines étapes p. 58
   - *Le projet PROLOGUE*
   - *Le projet ITERATE*

LES PROPOSITIONS DES AUTEURS **p. 59**

BIBLIOGRAPHIE **p. 61**

LISTE DES ABRÉVIATIONS **p. 63**

BIOGRAPHIE DES AUTEURS **p. 65**

Le présent ouvrage complète et actualise les données figurant sur “Sleepiness at the wheel”, Eranet transport - ENT Action Group 15, 2009, coordonné par le Pr René Amalberti, conseiller sécurité des soins de la HAS et Directeur scientifique de la Prévention Médicale-Groupe MACSF.

SYNTHÈSE

En Europe, la somnolence au volant est responsable de 20 % des accidents mortels de la circulation. En France, en 2011, sur 3 970 accidents mortels, 732 ont eu lieu sur des lignes droites et parmi ceux-ci, 85 % étaient liés à la somnolence. Au Royaume-Uni, les auteurs d'une publication de 2004 ont constaté que 17 % des accidents de la circulation étaient liés au sommeil. En Allemagne, la somnolence est impliquée dans 25 % des accidents mortels de la circulation. En Italie, malgré l'absence de données récentes, le taux d'accidents causés par la somnolence est estimé à 22 % environ. Selon une étude suédoise, les conducteurs ont ressenti un épisode de somnolence dans 15 % des accidents. En Finlande, l'analyse des accidents survenus entre 1991 et 2001 révèle que 15,3 % d'entre eux sont liés à la fatigue et/ou à la somnolence.

La mortalité et l'invalidité résultant des accidents sont les conséquences les plus tragiques de la somnolence mais son impact économique n'est pas négligeable. Mieux connaître ce phénomène permettra de mettre en place de nouvelles stratégies de prévention, afin de réduire le nombre de victimes.

Le maintien de la vigilance dans la journée repose sur l'alternance du rythme veille/sommeil. Ce cycle est régulé par deux mécanismes physiologiques : l'horloge biologique et la pression de sommeil. Durant le cycle de 24 heures, certains moments sont plus propices que d'autres à la somnolence car, sous l'influence de ces deux mécanismes, la vigilance y est à son plus faible niveau : la nuit entre minuit et 6h du matin, et au début de l'après-midi, entre 14h00 et 16h00. Ces tranches horaires sont les plus propices aux accidents de la circulation.

Quand l'équilibre de ce rythme se trouve perturbé, la fatigue ou la somnolence qui en résultent altèrent gravement les performances du conducteur, en particulier sa vigilance et sa faculté de décision.

•••

Plusieurs méthodes sont utilisées actuellement pour mesurer la somnolence des conducteurs. Les méthodes dites « objectives », bien que fiables, sont réalisées pour la plupart en laboratoire et ne sont pas reproductibles en conditions réelles de conduite. Les méthodes dites « subjectives », plus faciles à mettre en place, présentent l'inconvénient de l'auto-appréciation du conducteur et ne permettent pas de diagnostic en soi.
Chacun de ces outils apporte des éléments d'information complémentaires mais présente aussi des limites, soit de coût, soit de mise en œuvre.
En définitive, la somnolence en tant que telle est compliquée à mesurer au volant et il est donc difficile de connaître l'état exact d'un conducteur avant un accident de la circulation.

Il existe aussi des facteurs externes au rythme biologique qui sont susceptibles de retentir sur la somnolence au volant. Le comportement du conducteur, avant et pendant le voyage, peut aggraver la fatigue liée à la conduite elle-même, en particulier sur route monotone, et générer un état somnolent. L'influence des facteurs comportementaux des conducteurs sur leur vigilance a été étudiée. Des recherches récentes montrent qu'une seule nuit de privation partielle de sommeil peut affecter les capacités à la conduite. On estime entre 20 et 30 % le pourcentage de la population se plaignant de troubles du sommeil provoqués par des pathologies du sommeil ou dus à des causes extérieures comme des horaires de travail irréguliers, des problèmes de bruit, de lumière… Une étude menée par l'ASFA en 2007 auprès de 35 000 usagers des autoroutes a révélé 9,3 % de cas d'insomnie, 5,2 % d'apnée du sommeil obstructive et 0,1 % de narcolepsie et hypersomnie. Enfin, la consommation de médicaments psychoactifs comme les anxiolytiques, les hypnotiques, les antidépresseurs, les relaxants musculaires, les antiallergiques et certains anticonvulsivants peut avoir un impact délétère sur la conduite. De plus, les substances comme l'alcool et les drogues illicites, associées à la somnolence, détériorent fortement les capacités cognitives : attention, mémoire, raisonnement logique, perception visuelle, avec des effets sur le risque d'accident.
Dans la plupart des cas, les accidents de la circulation combinent plusieurs facteurs de risque. Certaines populations sont plus sujettes que d'autres à l'accumulation de ces facteurs : les conducteurs professionnels, les travailleurs postés et les jeunes.

Des technologies embarquées dans les véhicules pour lutter contre la somnolence au volant ont été développées. Des mécanismes permettent de détecter et d'informer le conducteur de la survenue d'une somnolence

ou d'une baisse de la vigilance. Des systèmes semi-autonomes sont dotés de procédés anticollision ou d'avertissement. Certains dispositifs d'alerte embarqués analysent soit le comportement du véhicule, soit celui du conducteur. D'autres sont basés sur les seules caractéristiques du conducteur et mesurent, via des caméras ou des capteurs, les mouvements des yeux ou du visage, les ondes cérébrales, la tenue du volant…
La fiabilité de ces systèmes n'étant pas pleinement établie, les conducteurs ne peuvent s'y référer entièrement et doivent rester à l'écoute de leur propre estimation. Seuls les conducteurs sont responsables de leur état de vigilance au volant. C'est pourquoi, un effort est porté sur leur sensibilisation, afin qu'ils changent leur comportement et adoptent une attitude plus responsable. Des conseils leur sont dispensés notamment sur la nécessité de préparer leur voyage, d'éviter les tranches horaires à risque, et de choisir l'attitude appropriée quand la somnolence se manifeste, en particulier s'arrêter pour une courte sieste.

Aujourd'hui, les constructeurs automobiles travaillent à la conception de véhicules « intelligents » dont le fonctionnement pourrait être de plus en plus automatisé.

De leur côté, les gestionnaires de réseau travaillent à l'amélioration des infrastructures routières visant à augmenter la sécurité routière : équipement des chaussées en bandes rugueuses plus performantes, développement des aires de repos et équipement des routes à l'aide de dispositifs automatisés.

La somnolence au volant a des incidences juridiques. Les médecins sont tenus d'informer leurs patients du risque que représentent certaines pathologies et certains traitements sur leur aptitude à conduire. Bien que théoriquement exposés à des poursuites juridiques en cas d'accident, s'ils n'ont pas informé leur patient, peu d'entre eux sont formés en matière de risques médicolégaux. Toutefois, l'évaluation du seul médecin peut s'avérer insuffisante et ne doit pas décharger le conducteur de ses responsabilités.
Pour certains, la conduite avérée en état de fatigue pourrait être considérée comme une infraction pénale, sanctionnée au même titre que l'ivresse au volant, avec de possibles restrictions de prise en charge par les assurances. Une approche particulière est à envisager pour les conducteurs professionnels, avec la prise en compte des effets de l'horloge biologique dans la réglementation les concernant.
Cependant, cela repose sur la fiabilité et la reproductibilité des critères de détection de la fatigue et de la somnolence au volant.

L'absence de législation spécifique et de sanction pourrait expliquer le manque de réceptivité des conducteurs aux campagnes de sécurité routière déployées à leur intention. Plusieurs pays de l'Union européenne ont en effet engagé des campagnes nationales de communication grand public parallèlement à la réalisation d'études sur le comportement et l'amélioration des connaissances des conducteurs. Ces campagnes ont permis une meilleure sensibilisation des conducteurs sur la somnolence et ses risques, mais leur impact sur les comportements et sur le nombre des accidents reste insuffisant. Une meilleure évaluation associée à une analyse comparative des résultats permettrait d'améliorer considérablement l'efficacité des actions à mettre en œuvre.
Actuellement, des projets d'études impliquant plusieurs pays européens sont en cours, dans le but d'améliorer la sécurité et de réduire le nombre d'accidents de la circulation. Ils visent principalement à déterminer l'efficacité de nouveaux systèmes embarqués et à analyser le comportement de leurs utilisateurs.

En 2010, la Commission européenne a défini sept objectifs stratégiques dans un texte intitulé : « Vers un espace européen de sécurité routière : orientations de la politique de sécurité routière 2011-2020 ».
Le Parlement européen lui a assorti une série d'actions concrètes dont certaines sont liées à la fatigue et à la somnolence.

Les auteurs du présent livre blanc formulent des propositions en ce sens, selon quatre thématiques :

- les campagnes de communication et de sensibilisation à l'échelle européenne à destination du grand public et des populations à risque ;
- la formation des futurs conducteurs, l'information médicale, l'autodétection des troubles du sommeil à titre préventif ;
- les aspects juridiques, avec, en particulier, un travail sur la législation européenne concernant les conducteurs atteints de troubles du sommeil diagnostiqués, la détection et la gestion de la somnolence chez les conducteurs professionnels ;
- de nouvelles actions, notamment pour améliorer la détection de la somnolence, mieux connaître les déterminants des comportements dangereux, et mettre au point des systèmes d'information et d'alerte embarqués plus performants.

INTRODUCTION

Claudio Bassetti et Damien Léger

Comme le souligne la Direction générale de la Mobilité et des Transports de la Commission européenne, le nombre de tués sur les routes n'a cessé de diminuer dans toute l'Union européenne ces dernières années, avec une baisse de 43 % depuis 2010. Malgré ce résultat encourageant, les accidents de la circulation étaient encore responsables de 30 900 morts et de 1,7 million de blessés en 2010. Pour que le nombre de victimes continue de baisser, il est nécessaire de toujours mieux chercher à comprendre les mécanismes et les circonstances des accidents de la circulation, et de mettre en place de nouvelles stratégies de prévention.

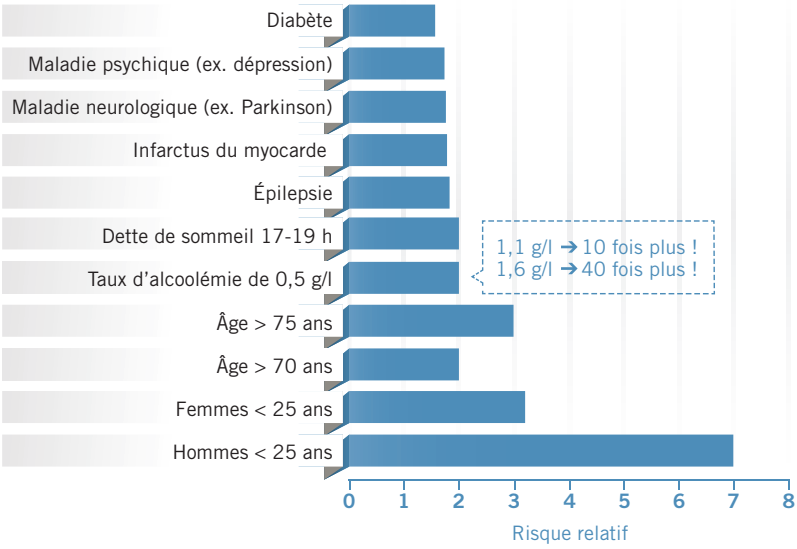
C'est dans cet esprit que le présent rapport est dédié au phénomène de la somnolence au volant.

En Europe, la somnolence au volant est une des premières causes d'accidents mortels de la circulation. Les experts comparent souvent l'effet de la somnolence sur le comportement à celui occasionné par 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 particulièrement sévères et souvent mortels, du fait de la vitesse incontrôlée du véhicule lors de l'impact, et de l'incapacité du conducteur à freiner.

•••

Probabilités d'accident en fonction de différents facteurs de risque



Ce tableau met en évidence qu'un taux d'alcoolémie de 0,5 g/l multiplie par deux le risque d'accident comparé au taux zéro d'un conducteur à jeun. Le risque d'accident est 10 fois plus élevé avec un taux de 1,1 g/l et 40 fois plus élevé avec un taux de 1,6 g/l.
Les conducteurs masculins de 25 ans et moins présentent également un risque d'accident significativement plus élevé.

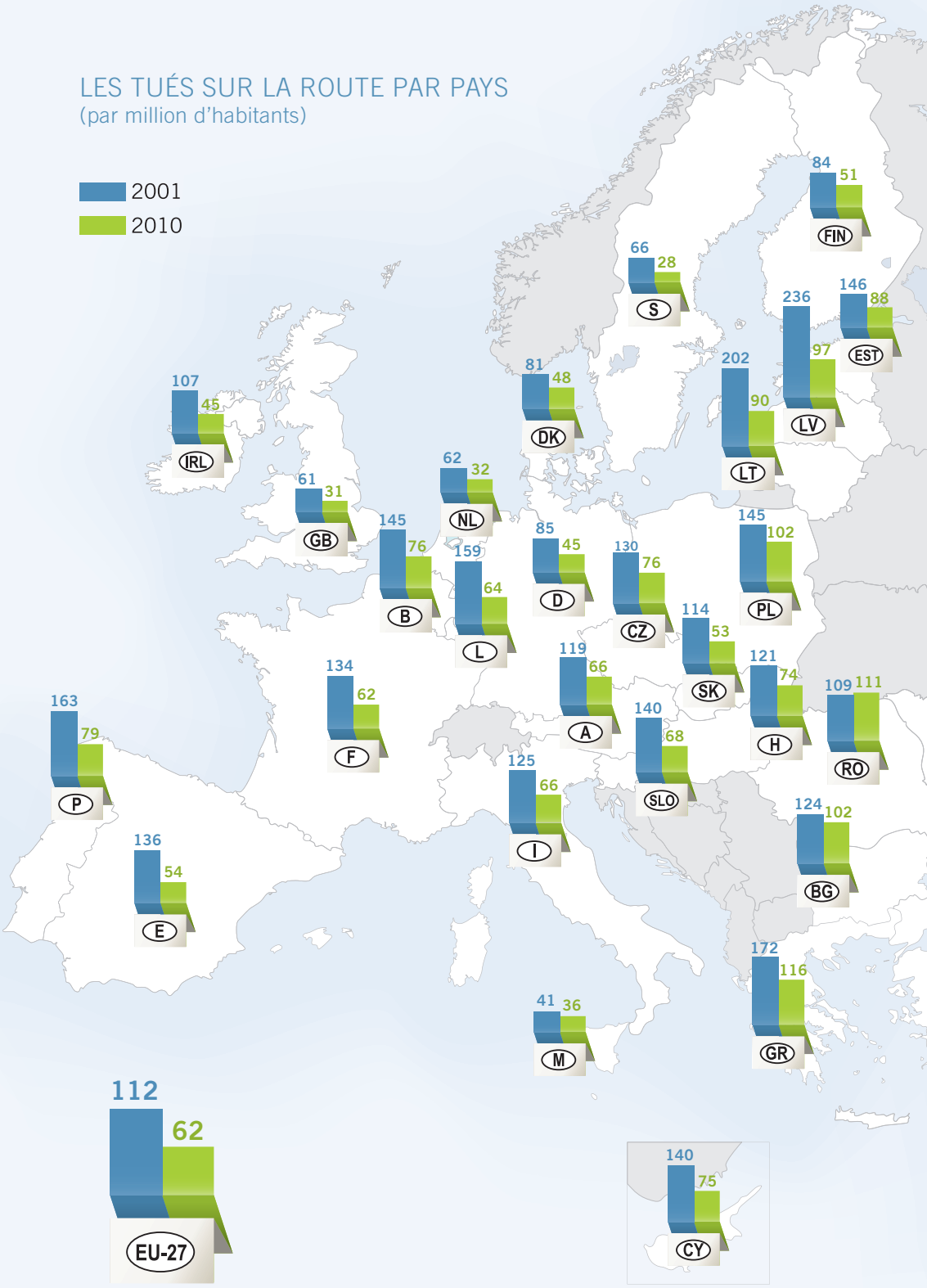
Source : Epilepsy and driving in Europe. Final report of the Working Group on Epilepsy.
Projet UE IMMORTAL, Publications R1.1 et R1.2. Adapté avec autorisation.

La somnolence au volant est une situation particulièrement fréquente.
En France, par exemple, une enquête épidémiologique a été menée en 2010, à partir d'entretiens téléphoniques avec plus de 4 800 conducteurs. Elle révèle qu'une personne sur trois a connu au moins un épisode de somnolence sévère au volant au cours de l'année précédente. Et dans plus d'un cas sur dix, le conducteur a évité de justesse une collision, dont la moitié attribuée à la somnolence.

Il est cependant difficile d'estimer l'état de somnolence d'un conducteur juste avant un accident, ce qui complique la collecte de données objectives. La somnolence n'est souvent même pas évoquée dans les rapports de police et seul le terme « fatigue » apparaît. Ceci peut expliquer pourquoi la proportion d'accidents liés à la fatigue, consignée dans les rapports de police, diffère significativement de celle des études tentant d'évaluer l'impact de la somnolence.

Les statistiques les plus récentes de certains pays européens témoignent de cette disparité.

LES TUÉS SUR LA ROUTE PAR PAYS
(par million d'habitants)



Source : Commission européenne, État : juillet 2011.
Adapté avec autorisation.

FRANCE

Publié en 2011, un rapport préliminaire sur les accidents de la circulation montre que sur 3 970 décès, 732 sont survenus sur des routes rectilignes. Parmi eux, 85 % étaient attribuables à la somnolence au volant, et les 15 % restants à un manque d'attention.

ROYAUME-UNI

Les données sont rares. Dans la base de données nationale, la somnolence au volant est rapportée dans environ 4 % des accidents de la circulation. Toutefois, les policiers britanniques utilisent le terme « fatigue » dans des circonstances bien spécifiques. C'est pourquoi il est probable que son incidence soit sous-estimée. Dans une publication de 2004, les auteurs constataient que 17 % des accidents de la circulation seraient liés au sommeil.

ALLEMAGNE

En 2012, la somnolence a été impliquée dans 25 % des accidents mortels de la circulation. En 2009, 4 154 décès ont été enregistrés sur les routes, soit la plus faible mortalité depuis 1950. L'année 1970 avait été particulièrement meurtrière avec 21 332 décès. Depuis, ce nombre a baissé d'environ 80 %. Selon une estimation médico-économique, le montant des dommages causés par des conducteurs somnolents se chiffrerait chaque année à quelque cinq milliards d'euros.

ESPAGNE

Les auteurs d'une publication de 2010 rapportent les résultats d'une enquête réalisée par l'Institut Espagnol de la Santé et de la Sécurité au Travail. La distraction, l'imprudence et le manque d'attention sont souvent liés au manque de repos ou de sommeil, et seraient à l'origine de 45 % des accidents de la circulation.

ITALIE

Les données récentes sont rares. Basée sur les chiffres de l'Institut national de statistique italien, une publication de 2001 montre qu'entre 1993 et 1997, 21,9 % des accidents de la circulation étaient liés au sommeil.

SUÈDE

Une étude pilote récente révèle que dans environ 15 % des accidents, les conducteurs ont admis avoir été somnolents au volant. Environ 35 % des conducteurs ont été exposés à au moins un de ces facteurs de risque principaux : privation de sommeil de plus de 16 heures consécutives, durée de sommeil inférieure à 6 heures durant les 24 heures précédant le départ, conduite pendant les tranches horaires 2h00 - 6h00 ou 14h00 - 16h00, troubles du sommeil. Afin d'estimer la prévalence de la conduite en état de somnolence, l'administration suédoise des transports a examiné, sur une base annuelle, un échantillon aléatoire de 110 000 personnes, en leur demandant si elles avaient eu un épisode de somnolence sévère ou une phase d'endormissement au volant dans les 12 derniers mois.

Les résultats les plus récents datent de 2011 : plus de 15 % des personnes ont déclaré avoir déjà été somnolentes au volant. La plus forte prévalence se retrouve dans le groupe des jeunes conducteurs.

FINLANDE

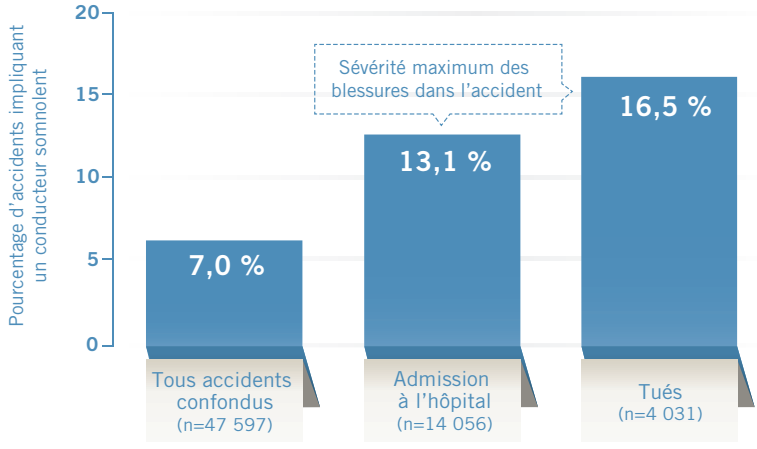
Une analyse de la base de données nationale, entre 1991 et 2001, incluait environ 1 400 automobilistes légalement responsables d'un accident mortel de la circulation. 15,3 % de ces accidents étaient liés à la fatigue. Entre 2006 et 2010, 17 % des accidents mortels de la circulation ont été causés par des conducteurs fatigués. Ces accidents ont provoqué 18 % des décès sur la route.

En Europe, la somnolence au volant est donc considérée comme responsable de 20 à 25 % des accidents de la circulation.

La mortalité et l'invalidité restent les conséquences les plus tragiques des accidents liés à la somnolence. Toutefois, la somnolence a également un impact économique majeur. Aux États-Unis, par exemple, des accidents causés par l'état de somnolence de conducteurs de poids lourds ont provoqué la destruction de ponts autoroutiers, perturbé le système de transport, ainsi que l'économie. En 2011, dans ce pays, les collisions entre véhicules ont coûté 230 milliards de dollars. Pour l'ensemble de l'Union européenne, les coûts directs et indirects s'élevaient à 160 milliards d'euros la même année. Ce coût exorbitant a conduit de nombreux experts à admettre que la responsabilité de la somnolence dans les accidents de la circulation est insuffisamment reconnue et rapportée. Davantage d'efforts doivent être fournis dans ce sens.

La figure ci-après montre le poids de la somnolence au volant dans des accidents mortels de la circulation (jusqu'à 16,5 %) dans la période 1999-2008 aux États-Unis.

Pourcentage d'accidents impliquant la somnolence au volant aux États-Unis



Population étudiée : accidents dans lesquels un véhicule de tourisme a été remorqué à partir de la scène d'accident, aux États-Unis, 1999-2008.

Adapté de BC Tefft: Prevalence of motor vehicle crashes involving drowsy drivers, United States, 1999-2008. Accident Analysis & Prevention, 2012, vol 45, 180-6 avec autorisation.

Ce livre blanc a pour objet de faire le point des connaissances actuelles sur la somnolence au volant pour mieux prévenir dans le futur le risque d'accident lié à celle-ci.

Le chapitre 1 explore les bases physiologiques de la somnolence : Comment analyser la somnolence au volant ? Comment la mesurer ? Quelles sont les populations les plus à risque ? Sont également détaillés plusieurs facteurs comportementaux influant sur la vigilance, tels que la privation de sommeil, les horaires de travail irréguliers, la durée de conduite et les heures à risque, mais aussi d'autres facteurs de risque tels que l'état de santé, la consommation de substances psychoactives et de médicaments.

Le chapitre 2 développe les mesures préconisées à ce jour pour lutter contre la somnolence au volant. Après avoir décrit les systèmes de détection et d'alerte embarqués mis en place ces dernières années, ce chapitre décrit les mesures visant l'infrastructure routière, le comportement du conducteur et la sensibilisation des employeurs.

Le chapitre 3 aborde les principaux aspects légaux et s'appuie sur l'exemple des campagnes européennes et nationales pouvant servir de base pour de futures initiatives.

Pour conclure, des experts européens du sommeil présentent de nouvelles propositions pour diminuer la prévalence de la somnolence dans les accidents de la circulation en Europe.

Chapitre I

ANALYSE DE LA SOMNOLENCE AU VOLANT

A. Les caractéristiques de la somnolence et ses méthodes de mesure

Fabio Cirignotta, Thomas Penzel et Markku Partinen

La somnolence peut être expliquée à la fois par des mécanismes physiologiques et par des facteurs comportementaux. Lorsqu'un conducteur est soumis à la somnolence, ses capacités à la conduite sont gravement compromises.
Plusieurs méthodes permettent de mesurer la somnolence diurne, mais aussi d'identifier les facteurs qui la favorisent et ainsi prévenir le risque d'erreurs humaines.

1. LE CYCLE VEILLE / SOMMEIL

Le sommeil apporte au corps et au cerveau la réparation qui leur est nécessaire. Lorsque sa durée est bien adaptée, il leur permet de récupérer et de reconstituer leur énergie pour le jour suivant. Chez l'adulte, entre 7 et 8 heures de sommeil consécutives sont considérées comme une durée appropriée. En fin de journée, à la fin de la période de veille, les signes de somnolence sont faciles à repérer et manifestent l'approche de l'endormissement.

•••

Le sommeil et l'éveil sont essentiellement déterminés par deux mécanismes régulateurs indépendants : « l'horloge biologique » (appelée aussi « rythme circadien »), et « la pression de sommeil » (appelée aussi homéostasie du sommeil, responsable de sa constance, quels que soient les événements extérieurs).

- L'horloge biologique est située dans le cerveau. Elle contrôle plusieurs fonctions, dont le rythme du sommeil et de l'éveil sur 24 heures mais aussi les rythmes cardiaque et respiratoire, le rythme de la température interne et la sécrétion de nombreuses hormones qui sont « synchronisées » ou harmonisées par l'horloge. C'est elle qui explique les pics de somnolence survenant entre 2h00 et 6h00 du matin, et en début d'après-midi, entre 14h00 et 16h00.

- La pression de sommeil résulte de l'accumulation progressive tout au long de la journée de la fatigue, notamment celle liée à l'activité cérébrale ou mentale. La pression de sommeil augmente en même temps que la durée d'éveil et aboutit à une sensation de somnolence.

Le cycle veille/sommeil est la conséquence de l'équilibre dynamique entre ces deux mécanismes de régulation. À ces facteurs intégrés se superpose une variété de facteurs externes comportementaux qui peuvent contribuer à perturber la vigilance.

Certains facteurs comportementaux (comme un changement d'horaire veille/sommeil, par exemple chez les travailleurs postés), les troubles du sommeil (par exemple le syndrome d'apnée du sommeil), les médicaments (par exemple les hypnotiques ou les anxiolytiques) ou la prise d'alcool peuvent accentuer la somnolence et la rendre excessive.

Lorsque le conducteur est soumis à la somnolence ou à la fatigue, ses performances peuvent être gravement compromises, en particulier l'attention et la prise de décision. Il est sujet à une perte de vigilance, à une difficulté à garder les yeux ouverts, à une baisse de concentration, à l'apparition de pensées diffuses, à une perception réduite de l'environnement, à des défaillances de mémoire. Il regarde alors moins régulièrement son rétroviseur, contrôle moins sa vitesse et dévie involontairement sa trajectoire jusqu'à changer de file. Il est donc essentiel d'identifier les facteurs externes de somnolence pour apprendre à mieux les gérer et ainsi réduire le risque d'erreurs humaines.

Plusieurs méthodes permettent de mesurer la somnolence dans un but de prévention et d'évaluation des risques.
Certaines méthodes sont subjectives, à l'aide d'échelles ou de questionnaires. Elles sont peu coûteuses et faciles à mettre en œuvre chez un grand nombre de conducteurs (comme l'échelle de somnolence d'Epworth - voir page 27). D'autres sont objectives et relèvent en général de conditions de laboratoire mais pourraient être simplifiées pour une évaluation durant la conduite. Le choix de la méthode dépend des circonstances et de l'objectif des mesures.

2. LES OUTILS DE MESURE DE LA SOMNOLENCE DIURNE

Les méthodes objectives

Les méthodes objectives de mesure de la somnolence diurne reposent sur l'évaluation de variables physiologiques, qui ont l'intérêt de ne pas être influencées par les biais de l'auto-évaluation.

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

Deux tests physiologiques standardisés : le Test Itératif de Latence d'Endormissement – TILE - (Multiple Sleep Latency Test - MSLT) et le Test de Maintien de l'Éveil – TME - (Maintenance of Wakefulness Test - MWT), sont des références dans l'évaluation de l'état de somnolence et du maintien de la vigilance. 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 cinq tests de 20 minutes le délai moyen d'endormissement. Lors du TME, le sujet est assis sur une chaise dans une chambre semi-obscure et doit éviter de s'endormir. On mesure sa capacité à rester éveillé dans des conditions monotones. L'activité cérébrale est enregistrée durant le test.
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).

L'électroencéphalographie

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 oculaires

Ces dernières années, de nouvelles méthodes basées sur le mouvement des paupières et la fermeture des yeux ont été développées pour mesurer la somnolence au volant. 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.

La méthode repose sur des enregistrements vidéo et permet d'évaluer le pourcentage du temps pendant lequel la paupière est fermée (à 80 % de sa fermeture totale). Un détecteur de somnolence basé sur cette technique est d'ores et déjà disponible sur le marché. Son capteur est placé sur le tableau de bord du véhicule et mesure la fermeture des paupières. Dans l'industrie du transport, non seulement les conducteurs sont avertis quand ils commencent à somnoler, mais cette information peut également être transmise instantanément aux gestionnaires de parcs. Cependant, la sensibilité du capteur est encore en question. Le capteur serait notamment perturbé 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 de courtes périodes. Ce moniteur relativement nouveau est également disponible dans le commerce. 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. Un de ces outils, le test psychomoteur de vigilance (Psychomotor Vigilance Test - PVT), est notamment utilisé pour évaluer la somnolence chez les commerciaux 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. Pendant 5 à 10 minutes le stimulus se déclenche au hasard pendant quelques secondes. Sont notifiés le temps de réaction et le nombre de manquements à la tâche (lapses). Le PVT permet d'évaluer le maintien de l'attention 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 et leur absence d'effet distractif 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 spécifiques de l'attention.

Les méthodes subjectives

L'échelle de somnolence d'Epworth

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).
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) et l'échelle de somnolence de Karolinska (KSS). Toutes deux sont validées et fiables mais plus utilisées en recherche que sur le terrain.

L'échelle de somnolence d'Epworth

0 = aucun risque de somnolence
1 = risque léger de somnolence
2 = risque modéré de somnolence
3 = risque élevé de somnolence

SITUATION	RISQUE DE SOMNOLENCE
Assis en train de lire	
En regardant la télévision	
Assis inactif dans un lieu public (théâtre, réunion)	
Comme passager dans une voiture roulant sans pause depuis une heure	
Allongé l'après-midi pour se reposer quand les circonstances le permettent	
Assis en train de parler à quelqu'un	
Assis calmement après un repas sans alcool	
Dans une voiture immobilisée depuis quelques minutes dans un encombrement	
TOTAL	

- Un score ≥ à 10 indique une réduction significative de la vigilance nécessitant une consultation médicale.
- Un score ≥ à 16 indique une somnolence excessive.

Le test de mesure de la déviation standard de la position latérale

La mesure de la déviation standard de la position latérale (Standard Deviation of Lateral Position - SDLP) 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).

En conclusion, ces outils peuvent être considérés comme complémentaires car chacun d'entre eux fournit des types d'informations différents.
Les chercheurs peuvent recourir à ces diverses approches, en gardant à l'esprit les limites de chaque méthode et en privilégiant l'une ou l'autre, en fonction de leurs objectifs de recherche.
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.

Le comportement individuel des conducteurs occupe en effet une part déterminante dans les risques de somnolence.

B. Les facteurs comportementaux influant sur la vigilance

Tobjorn Akerstedt et Pierre Philip

Parmi les différents types de facteurs qui influent sur la somnolence, les facteurs comportementaux sont ceux qui se manifestent le plus couramment dans la population générale. Un manque de sommeil, de longues heures de travail, une activité pendant les créneaux horaires de vigilance faible, une interruption insuffisante entre deux périodes de travail et une charge de travail excessive constituent les principaux facteurs de fatigue.

1. LA PRIVATION DE SOMMEIL

Le manque de sommeil est considéré comme l'une des principales causes de fatigue et de somnolence. Des nuits de privation de sommeil consécutives – partielle ou totale – aboutissent à ce qu'on appelle une « dette de sommeil ». Quand la dette de sommeil d'un individu devient trop importante, il finit par s'endormir involontairement. On connaît l'impact dévastateur de la privation totale de sommeil sur les performances au volant. Mais des recherches récentes, basées sur la mesure de déviation et le nombre des changements de trajectoire, ont montré qu'une seule nuit de privation partielle (limitée à 4 heures par exemple) peut fortement affecter les capacités de conduite.

Au milieu des années quatre-vingts dix, les 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, la réduction du temps de sommeil était associée à la durée du trajet : plus le voyage était long, plus la durée du sommeil précédant le départ était courte. En 2002, une étude a montré que, pour des conducteurs ayant dormi moins de 5 heures dans les dernières 24 heures, le risque d'accident augmentait d'un facteur 2,7 par rapport à celui des conducteurs ayant eu une durée de sommeil normale.

La sensibilité du conducteur au manque de sommeil varie avec l'âge.
Une étude menée aux États-Unis en 2012 révèle que les jeunes conducteurs de sexe masculin (entre 20 et 25 ans) sont plus sensibles aux effets du manque de sommeil que les conducteurs de sexe masculin plus âgés (de 50 à 75 ans).
Les troubles du sommeil sont en effet courants à l'adolescence. Cette tranche d'âge est physiologiquement prédisposée à développer un manque de sommeil chronique, en raison des étapes dans la maturation des systèmes de régulation homéostatique et circadien. Un retard de l'heure du coucher a pour conséquence une augmentation de la dette de sommeil quotidienne, car le lever est imposé par les horaires sociaux. Les problèmes de sommeil observés chez les jeunes adultes relèvent en effet le plus souvent d'un style de vie affectant la qualité de leur sommeil. Malgré un besoin estimé de 9 à 10 heures de sommeil par nuit, les adolescents et jeunes adultes dorment généralement beaucoup moins. Près d'un tiers dormiraient moins de 7 heures. En outre, des études menées en 2010 ont montré que même si les jeunes sont conscients des risques liés à leur état de somnolence au volant, ils ont du mal à se percevoir somnolents lorsqu'ils conduisent.
En conséquence, les jeunes conducteurs encourent plus de risques d'accidents liés au manque de sommeil. Selon une étude de 2011, menée par l'American Automobile Association's Fondation for Traffic Safety, les conducteurs de 16 à 24 ans ont presque deux fois plus de risque d'avoir un accident de la circulation dû à la somnolence que ceux âgés de 40 à 59 ans. 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 conduites à risque.

2. LES HORAIRES DE TRAVAIL IRRÉGULIERS

Environ 20 % de la population active est en travail posté ou de nuit. Ce rythme de travail génère souvent l'apparition de troubles du sommeil : insomnie, réduction du temps de sommeil total et somnolence excessive pendant les heures de travail. L'horloge biologique humaine est en effet programmée pour une activité diurne, ce qui explique pourquoi il est plus difficile de dormir pendant la journée que durant la nuit.
D'autres facteurs externes tels que le bruit, la lumière, la température peuvent également favoriser l'apparition de troubles du sommeil. La prévalence de ces troubles affecterait entre 2 à 5 % de la population ; elle est probablement sous-estimée.

Des études menées en 2009 ont montré que les travailleurs postés, en particulier ceux pratiquant les « trois-huit », présentent un risque plus élevé d'endormissement au volant, et donc d'accident, que les travailleurs de jour. Les travailleurs de nuit ont un sur-risque accidentel avéré. Une étude de 1999 menée par l'American Automobile Association's Fondation for Traffic Safety révélait que chez les travailleurs de nuit, le risque d'avoir un accident lié au sommeil était près de six fois supérieur à celui d'avoir un accident non lié au sommeil. Les conclusions les plus inquiétantes proviennent d'entretiens de groupes de discussion d'infirmières de soins intensifs qui travaillent par périodes de 12 heures. 95 % d'entre elles ont rapporté des blessures et des accidents de la circulation au cours du trajet entre leur domicile et leur lieu de travail.

Données générales sur les travailleurs postés

- Les heures de travail de nuit et les rotations d'horaires entraînent une prévalence élevée de la somnolence et de la baisse de vigilance au volant.
- La difficulté à rester éveillé à son poste, l'épuisement et le nombre de périodes de travail consécutives sont des facteurs prédictifs de la somnolence et de la survenue de presqu'accidents survenant après le travail.
- Les périodes de travail prolongées, au-delà de 8 heures consécutives, augmentent la somnolence et le risque de presqu'accident.
- Le risque d'endormissement au volant augmente avec le nombre de jours de travail effectués au cours du dernier mois.
- La conduite sur une longue distance après un travail posté est associée à une somnolence sévère.
- Une durée de sommeil inférieure à 6-7 heures augmente le risque d'accidents dus à la somnolence.

Adapté de Mets M A J et al Shift work and traffic safety, 2010, 80-89 avec autorisation.

3. LA FATIGUE LIÉE À LA CONDUITE

La plupart des études portant sur la fatigue du conducteur et sur la somnolence étudient la responsabilité du manque de sommeil ou l'influence de l'horloge biologique. Mais la tâche de conduite elle-même peut influencer la fatigue ou la somnolence.

La fatigue liée à la conduite est causée par le fait même de conduire et par l'environnement du conducteur. Les experts distinguent la conduite active et la conduite passive.
La fatigue liée à une conduite active est la forme la plus commune. Elle se produit lorsque des situations exigeantes s'accumulent, telles que les embouteillages, une mauvaise visibilité ou la nécessité de pratiquer une tâche annexe (rechercher une adresse par exemple), tout en conduisant.
La fatigue liée à une conduite passive se développe principalement quand l'environnement est prévisible, sans incident, répétitif et sur une longue période. Alors que conduire en toute sécurité exige une attention soutenue, la monotonie provoque un effet contraire : les niveaux de vigilance baissent et sont remplacés par l'inattention et la somnolence.

Une étude française, publiée en 2010, montre que ce type de baisse de la vigilance est l'un des principaux facteurs de risque d'accident de la circulation et serait responsable de 20 à 30 % des accidents sur autoroute. Les auteurs rapportent que les effets de la monotonie surviennent en moyenne à partir de 40 minutes après le début de la conduite. Les résultats montrent que certains paramètres baissent très rapidement au cours des 10 à 15 premières minutes, telles que les variations de la fréquence cardiaque et de la conductance électrodermique, tandis que d'autres sont touchés constamment tout au long de l'expérience : la déviation latérale du véhicule, le nombre de mouvements du volant et la fréquence de clignement des yeux, par exemple.

4. LA DURÉE DE LA CONDUITE ET LA PÉRIODE DANS LA JOURNÉE

La conduite ininterrompue pendant de longues périodes augmente le risque d'accidents. Des études ont en effet précisément montré que la durée de conduite joue un rôle dans l'augmentation significative du risque d'accident, notamment la nuit et dans les premières heures de la matinée. Des pauses régulières permettent de diminuer ce risque.

5. LES SITUATIONS COMBINANT PLUSIEURS FACTEURS DE RISQUE

Dans la plupart des cas, les accidents de la circulation combinent plusieurs facteurs de risque : le manque de sommeil, la durée du voyage, la monotonie, les périodes physiologiques de somnolence, les mauvaises conditions environnementales - comme une mauvaise visibilité -, l'utilisation de substances psychoactives ou de médicaments. Certaines sous-populations sont plus touchées par l'accumulation de ces facteurs de risques et donc par le risque d'accident de la circulation : ce sont les conducteurs professionnels et les jeunes conducteurs.

Les conducteurs professionnels

Dans des conditions d'exigence croissante de productivité, les conducteurs professionnels (conducteurs de poids lourds, autocars et voitures de société) sont particulièrement exposés au manque de sommeil, à une modification de leur rythme veille/sommeil, à de longues périodes ininterrompues de conduite, à la fatigue et la somnolence qui y sont liées. Une étude menée en 2002 a montré par exemple que 12 % des conducteurs de poids lourds dorment moins de 6 heures par jour et que 17 % d'entre eux restent éveillés pendant plus de 16 heures.
Une étude britannique menée en 2010 a analysé la prévalence excessive de la somnolence diurne et des accidents chez les conducteurs de bus. 20 % des chauffeurs interrogés avaient un score d'Epworth supérieur à 10 (soit un niveau significatif de somnolence), 8 % des conducteurs ont déclaré s'être endormis au volant au moins une fois par mois, 7 % ont eu un accident lié au sommeil et 18 % ont évité de justesse un accident lié à la somnolence au volant.

Sur une période de 24 heures, une des tranches horaires pendant lesquelles le risque d'accident est élevé pour un conducteur de poids lourds est entre 12h00 et 14h00. Mais le risque le plus élevé est la nuit et en particulier entre 2h00 et 5h00 du matin.

Les jeunes conducteurs

Selon les auteurs d'une étude italienne publiée en 2011, les accidents de la circulation sont la première cause de décès chez les 10-24 ans dans les pays développés. En effet, les jeunes conducteurs ont tendance à accumuler plusieurs facteurs de risque. Tout d'abord, il s'agit de la population la plus exposée au manque de sommeil. Une étude de 2010, menée sur 340 jeunes environ, a montré que 19 % d'entre eux se sont plaints de troubles du sommeil, 64 % de somnolence diurne, et 40 % ont déclaré être sujets à la somnolence au volant. Les analyses ont confirmé la forte prévalence des troubles du sommeil parmi les étudiants et ont mis

en exergue leur implication dans le risque d'accidents déclarés. Les jeunes ont par ailleurs tendance à surestimer leurs capacités au volant. Enfin, il est reconnu qu'ils sont également enclins à adopter des comportements à risque, tels que conduire en état d'ébriété ou sous l'influence du cannabis (voir paragraphe E, pages 37 à 39). Des études ont montré que le jeune âge, l'inexpérience au volant et la consommation d'alcool et de drogues illicites, en particulier dans les soirées le week-end, sont les principaux facteurs de risque d'accident de la circulation.

C. Les pathologies influant sur la vigilance

Thomas Penzel, Markku Partinen et Damien Léger

Tous les troubles du sommeil, par manque ou excès de sommeil ou par sommeil de mauvaise qualité, affectent à terme la vigilance diurne. Une étude menée en 2007 par l'ASFA pour évaluer l'impact des troubles du sommeil sur la conduite (*Sleep Research,* décembre 2009) a montré que 16,9 % des conducteurs se plaignent d'au moins un trouble du sommeil. 35 000 questionnaires ont été diffusés auprès d'une population utilisant fréquemment les autoroutes en France. Analysés par les chercheurs, ceux-ci ont retrouvé 9,3 % d'insomnie, 5,2 % d'apnée du sommeil obstructive, et 0,1 % de narcolepsie et hypersomnie. En outre, 8,9 % des conducteurs ont déclaré au moins un épisode par mois de somnolence au volant les ayant contraint 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.

En dehors des pathologies du sommeil, présentées ci-après, d'autres problèmes de santé peuvent bien sûr également entraîner une dégradation de la qualité du sommeil : la douleur chronique, les maladies métaboliques, les troubles cardiovasculaires par exemple.

1. L'APNÉE DU SOMMEIL

Le syndrome d'apnée du sommeil obstructive concerne, en Europe et aux États-Unis, 3 à 7 % des hommes et 2 à 5 % des femmes adultes. La maladie est plus fréquente chez les personnes en surpoids ou plus âgées.

On appelle apnées du sommeil les pauses fréquentes de la respiration pendant le sommeil qui peuvent durer de dix secondes à deux minutes. Dans les formes les plus sévères, plus de 30 apnées par heure sont observées, et parfois même jusqu'à 90. Ces pauses génèrent de fréquents réveils ou des « micro-éveils ». Le sommeil s'en trouve altéré et perd sa fonction réparatrice.

Il en résulte une diminution de l'attention et de la vigilance et, au bout de quelque temps d'évolution, une somnolence permanente plus ou moins sévère qui accroit significativement le risque d'accident. En 2008, une vaste étude américaine a montré que les personnes atteintes de syndrome d'apnées du sommeil présentent deux à cinq fois plus de risque d'avoir un accident de la circulation que les sujets indemnes.

Les personnes souffrant de syndrome d'apnée du sommeil sont rarement conscientes de leur maladie, du fait même de leur somnolence qui altère leur capacité de jugement. Les symptômes peuvent se manifester parfois pendant des dizaines d'années avant que le diagnostic soit établi. Le problème est généralement soulevé par le partenaire ou le conjoint, gêné par des ronflements bruyants ou les bruits d'étouffement qui suivent chaque pause respiratoire. L'enregistrement du sommeil par polysomnographie dans un laboratoire de sommeil en permet le diagnostic.

Plusieurs études ont montré que la prise en charge et le traitement du syndrome d'apnée du sommeil par pression positive continue (un respirateur permettant de compenser les pauses nocturnes) rétablissent la vigilance et réduisent le risque d'accident au volant.

2. L'INSOMNIE

L'insomnie, primitive ou secondaire à une autre pathologie (« comorbide »), est le trouble du sommeil le plus courant et affecte des millions de personnes. Des études épidémiologiques ont montré que des troubles du sommeil sont présents chez 20 à 30 % de la population générale adulte.

L'insomnie est définie comme une difficulté persistante à s'endormir et/ou à se maintenir endormi, et/ou un sommeil de mauvaise qualité, avec des répercussions diurnes, survenant au moins trois fois par semaine depuis au moins un mois. Elle est primitive lorsqu'aucune autre cause n'explique ces symptômes. Cependant, dans de nombreux cas, l'insomnie est associée à une autre maladie, notamment un trouble somatique (comme la douleur chronique ou une maladie endocrinienne) ou psychiatrique (comme la dépression et l'anxiété). Elle peut résulter aussi des effets secondaires d'un médicament ou d'un toxique.

La dette de sommeil résultant de l'insomnie, quelle que soit la cause de celle-ci, conduit inévitablement à des défaillances dans le fonctionnement diurne, et notamment à des troubles de l'attention dont l'influence sur la conduite est délétère. L'édition 2007 du sondage « Sleep in America » a montré que les personnes souffrant d'insomnie ont trois à cinq fois plus d'accidents de toute nature, et deux fois et demie et plus d'accidents de la circulation.

Le lien entre l'insomnie et le risque d'accident de la circulation a été souvent documenté. Il peut être lié à l'insomnie elle-même, aux causes qui la provoquent, ou aux médicaments psychotropes (hypnotiques pris par les insomniaques).

3. LA NARCOLEPSIE

La narcolepsie est une maladie rare touchant moins de 0,01 % de la population adulte. Elle est en partie d'origine génétique. La principale caractéristique de la narcolepsie est une somnolence diurne excessive, même après une nuit de sommeil de durée suffisante et récupératrice. Une personne atteinte de narcolepsie peut présenter des accès de somnolence irrépressibles et parfois s'endormir à plusieurs reprises tout au long de la journée, souvent à des moments et dans des lieux inopportuns. Ces accès de sommeil se produisent sans signe préliminaire et peuvent devenir physiquement incontrôlables.

Les patients tombent rapidement dans un sommeil qui semble très profond, et se réveillent tout à coup avec un sentiment de désorientation. Ces siestes sont généralement réparatrices, mais seulement pour quelques heures, et la somnolence peut persister pendant un long moment.
Une autre caractéristique de la narcolepsie est la cataplexie qui se traduit par une perte soudaine du tonus musculaire déclenchée par des émotions et qui peut provoquer des chutes brutales et imprévisibles. La cataplexie peut aussi avoir des conséquences sur l'aptitude à la conduite.

Dans « La narcolepsie : un guide clinique », publié en 2010, les auteurs s'appuient sur des études réalisées sur des simulateurs de conduite et des tests psychologiques pour montrer qu'une absence de traitement de la narcolepsie peut considérablement altérer les performances durant la conduite et augmenter le risque d'accident de la circulation chez ces patients. Cependant, les études en situation réelle sont rares.

D. Les effets des médicaments psychoactifs

Joris C. Verster et Diego García-Borreguero

De nombreux médicaments psychoactifs peuvent aussi affecter gravement la capacité à la conduite et sont donc la cause indirecte d'accidents de la circulation. Les médicaments concernés peuvent être soit prescrits, soit achetés en automédication. Ils comprennent les anxiolytiques, les hypnotiques, les antidépresseurs, les relaxants musculaires, les antiallergiques et certains anticonvulsivants.

Toutefois, les effets d'un médicament varient d'une personne à l'autre, et un individu n'est pas toujours en mesure de prévoir si un médicament aura un impact sur sa façon de conduire. Il convient donc d'être très prudent lorsqu'on conduit après avoir pris un nouveau médicament. Ainsi, sous l'influence de certains médicaments, un conducteur peut également ne pas être conscient de l'altération de sa conduite, du fait même de l'altération de sa vigilance, avant d'être confronté à une situation nécessitant la mobilisation de ses réflexes pour éviter un accident.

En général, les effets indésirables des médicaments se manifestent davantage pendant les premières semaines du traitement. Aussi les médecins, dentistes et pharmaciens doivent-ils informer leurs patients sur les risques encourus avec les médicaments qu'ils prescrivent ou fournissent. En outre, ils devront si possible privilégier les médicaments qui n'affectent pas la conduite si un patient souhaite prendre la route.

Certains pays, comme la France, affichent sur toutes les boîtes de médicaments concernés le risque potentiel d'effet sur la vigilance.

1. LES TRANQUILLISANTS MINEURS

Les tranquillisants mineurs appartiennent à la famille des benzodiazépines (BZD) et sont fréquemment prescrits pour diminuer le stress et l'anxiété, pour aider les gens à dormir, ou comme anticonvulsivant et relaxant musculaire. Ils sont connus pour ralentir l'activité du système nerveux central et les messages entre le cerveau et le corps. Les BZD peuvent être classées selon leur durée d'action : courte (voire ultra-courte), intermédiaire ou longue.

L'action des BZD dépend de plusieurs facteurs, incluant le dosage, mais aussi l'âge du patient, sa taille, son poids, son état de santé et ses capacités d'accoutumance. Les effets peuvent commencer à se faire sentir dans les 15 à 20 minutes suivant la prise. Selon les BZD, la durée d'action peut varier entre 2 heures et demie et 160 heures. L'administration de BZD peut induire certains effets indésirables comme la somnolence et la diminution de la vigilance. Compte tenu de la longue durée d'action de certaines benzodiazépines, ces effets indésirables peuvent se prolonger au cours de la matinée, même s'ils ont été pris lors du coucher la veille au soir.

Une étude conduite en 2008 au Royaume-Uni a montré que les différents types de BZD sont associés à différents niveaux de risque, selon leur durée d'action. Des conducteurs âgés de 25 à 55 ans ont été répartis en deux groupes, un groupe témoin sans traitement et un groupe sous BZD de moyenne et longue durées d'action. La comparaison des deux groupes a montré une augmentation anormale des conduites à risque dans celui sous BZD. D'autres études montrent que les risques d'accident sont plus élevés au début du traitement et plus faibles après le développement d'une accoutumance au médicament. Plusieurs études épidémiologiques ont également montré que l'utilisation des benzodiazépines augmente le risque d'accident.

En 2011, une revue de la littérature a confirmé le lien entre BZD et accidents de la circulation : l'utilisation des BZD est associée à une augmentation significative des accidents. Les auteurs ont constaté que cette association est plus marquée chez les jeunes conducteurs et que le risque d'accident augmente significativement sous l'influence concomitante de l'alcool.

2. LES ANTIPSYCHOTIQUES

Les antipsychotiques – aussi appelés neuroleptiques – sont prescrits principalement dans le traitement des manifestations psychotiques comme la schizophrénie ou les troubles bipolaires. Mais leur utilisation tend à se généraliser pour des affections non psychotiques. Par exemple, le métoclopramide est utilisé pour traiter les nausées et les vomissements.

Les antipsychotiques sont tous potentiellement sédatifs et peuvent diminuer le temps de réaction. De ce fait, ils représentent un risque pour la sécurité routière.

Dans les années quatre-vingts dix, une étude britannique a analysé les effets sur la conduite de la prochlorpérazine, médicament antipsychotique utilisé dans le traitement des vertiges. Les capacités à la conduite des patients sous traitement ont été comparées à celles des patients non traités. Leur temps de réaction au cours de deux activités psychomotrices a été également évalué.

Les résultats ont montré que la prochlorpérazine diminue les performances de conduite et augmente l'inattention. En outre, les patients sous prochlorpérazine ont une mauvaise appréciation de leur handicap.

Bien que les recherches sur les effets des antipsychotiques sur la conduite demeurent rares, il existe un consensus sur leurs effets sédatifs qui nuisent vraisemblablement à la conduite.

3. LES ANTIDÉPRESSEURS

Les antidépresseurs tricycliques (ATC) étaient traditionnellement prescrits dans le traitement de la dépression. Parmi les effets secondaires fréquemment associés aux ATC figurent les troubles de la vision et les troubles cognitifs, la somnolence et la confusion, qui ont tous un impact évident sur les capacités à la conduite. Des études sur route ont montré que les ATC diminuent notablement ces capacités et que leur utilisation est associée à une augmentation significative du risque d'accident de la circulation.

Aujourd'hui, les ATC ont été largement remplacés par de nouveaux antidépresseurs avec un meilleur profil d'effets secondaires (toutefois, les ATC restent parfois encore prescrits dans certaines indications). La plupart de ces nouveaux antidépresseurs appartiennent à la famille des inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine (ISRS). Ces médicaments n'altèrent généralement pas la conduite lorsqu'ils sont testés en simulateur ni lors des études sur route. Cependant, de récents résultats d'études épidémiologiques montrent que, malgré l'absence apparente d'altération des capacités à la conduite dans les études expérimentales, la consommation d'ISRS est associée à une augmentation des risques d'accident de la circulation.

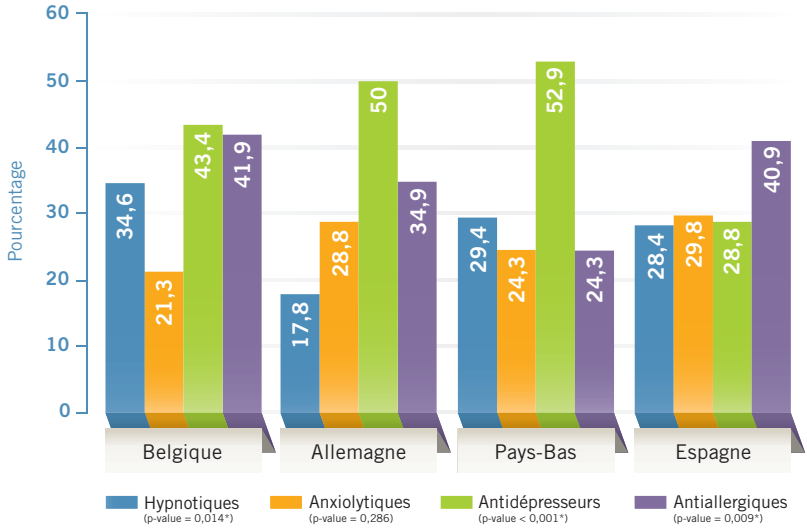
4. LES MÉDICAMENTS ANTIHISTAMINIQUES

Les médicaments antiallergiques ou « antihistaminiques » ont prouvé leur bonne tolérance, même en situation de surdosage. C'est pourquoi la plupart sont disponibles en vente libre et autorisés en automédication.

L'effet indésirable le plus fréquent des médicaments antiallergiques est la somnolence. Celle-ci se manifeste en particulier lors de l'utilisation de médicaments plus anciens tels que la diphenhydramine, la chlorphénamine et la prométhazine, qui sont également utilisés pour aider les patients à s'endormir. De nombreuses études ont montré que ces médicaments peuvent nuire à la conduite.
Les médicaments antihistaminiques plus récents engendrent des effets sur la conduite beaucoup moins prononcés, voire absents. Les médecins doivent donc prescrire les nouveaux antiallergiques, plus sûrs, aux patients qui souhaitent conduire.

Dans le cadre du projet DRUID (conduite sous l'influence de drogues, d'alcool et de médicaments), une enquête a été menée dans quatre pays européens pour évaluer les connaissances et le comportement de conducteurs, âgés de 18 à 75 ans, sous l'influence de tout type de psychotropes. Les questionnaires étaient remis par les pharmaciens. Le graphique suivant montre la répartition de prescription des différents psychotiques et la fréquence des associations entre plusieurs d'entre eux.

Utilisation de médicaments par personne interrogée par pays



Belgique n= 136 Allemagne n= 146 Pays-Bas n= 136 Espagne n= 215

Les résultats globaux de cette enquête sont repris dans le chapitre 3 (voir page 55, paragraphe B) : Les initiatives européennes.

Adapté de Monteiro et al, BMC Public Health, 2012, 12: 59 avec autorisation.

E. Les effets des substances psychoactives

Diego García-Borreguero et Joris C. Verster

L'impact négatif de l'alcool et des drogues illicites sur les capacités cognitives - qui sont les premières à s'altérer - se traduit par une détérioration de l'attention, de la mémoire, du raisonnement logique et de la perception visuelle. D'autres aspects de la performance au volant, tels que la perception du danger, sont également modifiés. Chez les jeunes conducteurs, qui sont parmi les plus grands consommateurs de substances comme l'alcool et le cannabis et constituent le groupe le plus exposé au manque de sommeil, les effets délétères s'additionnent.
Enfin, il a été démontré que la consommation simultanée de cannabis et d'alcool, même à faibles doses, a un effet plus important sur la conduite que le cannabis ou l'alcool pris séparément.

La facilité d'accès à l'alcool et aux drogues illicites, ainsi que leur consommation, se sont accrues de façon spectaculaire depuis la seconde moitié du XX^{e} siècle. L'alcool reste la substance psychoactive la plus consommée dans le monde occidental, mais les substances illicites comme le cannabis ont également gagné du terrain depuis les années soixante. Parallèlement, le nombre de véhicules sur la route a également augmenté de façon exponentielle.

Une hausse considérable des cas de conduite sous l'emprise de ces substances est donc prévisible.
Selon la Direction Générale Mobilité et Transports de la Commission européenne, l'alcool, les médicaments et les drogues illicites sont impliqués dans 25 % des accidents de la circulation.

1. L'ALCOOL

Bien que des enquêtes récentes indiquent une baisse de la consommation totale d'alcool en Europe, les Européens demeurent les plus grands consommateurs dans le monde, avec une moyenne de 11 litres d'alcool pur par adulte chaque année, selon des statistiques de la Commission européenne de 2006. Ces mêmes statistiques font apparaître en outre des tendances alarmantes concernant l'alcool au volant : sur les routes de l'Union européenne, plus d'un décès sur quatre est causé par la conduite en état d'ivresse, soit environ 10 000 décès par an dont le coût avoisinerait les 10 milliards d'euros (chiffres de 2003).

Des données épidémiologiques ont établi une relation entre la quantité d'alcool consommée et le risque d'accident de la circulation. En 2011, des chercheurs ont mené une étude en Italie, Belgique, Espagne, Bulgarie, Lettonie et Pologne, dans laquelle ils ont comparé le temps de réaction au freinage avec l'alcoolémie chez plus de 4 500 jeunes adultes (16-35 ans), se rendant ou revenant d'un lieu festif les soirs de week-end.
Les auteurs ont constaté une détérioration significative du temps de réaction corrélée à l'augmentation de la consommation d'alcool. Ce temps de réaction s'allonge dès que l'alcoolémie devient supérieure ou égale à 0,5 g/l. Ce taux correspond à la limite légale de nombreux pays européens.

L'alcool représente un danger particulier : les premiers effets ressentis sont stimulants (l'euphorie, la vigueur, la loquacité et l'excitation) mais cèdent rapidement la place à la sédation, lorsque les concentrations sanguines augmentent.

De même, un grand nombre d'études expérimentales indiquent que l'alcool peut nuire aux capacités et à l'aptitude à la conduite. Par exemple, un test de 100 km sur autoroute en circulation réelle a montré que les performances de conduite sont diminuées de manière significative chez les conducteurs dont l'alcoolémie est supérieure ou égale à 0,5 g/l.

2. LE CANNABIS

Après l'alcool, le cannabis est la substance psychoactive la plus souvent retrouvée chez les conducteurs ayant des facultés affaiblies. Une revue de 2008 sur « *L'usage de drogues, conduite avec facultés affaiblies et accidents de la circulation* », dirigée par le Centre européen de contrôle des drogues et de l'addiction aux drogues, a révélé qu'entre 0,3 et 7,4 % des conducteurs ont été testés positifs au cannabis à travers sept enquêtes routières réalisées entre 1997 et 2007 en Australie, au Danemark, aux Pays-Bas, en Norvège, au Royaume-Uni et aux États-Unis.

Le cannabis a des effets significatifs sur les aptitudes nécessaires à la conduite : la vigilance, la faculté de concentration, la coordination et la capacité à réagir rapidement. Selon une revue de la littérature de 2004, les études de laboratoire évaluant les effets du cannabis sur la capacité à la conduite ont montré une altération dans le suivi, l'attention, le temps de réaction, la mémoire à court terme, la coordination œil-main, la vigilance, la perception du temps et de la distance, la prise de décision et la concentration. Une étude menée en 2008 a également montré que le cannabis altère les activités d'attention sélective, l'estimation temporelle et les fonctions exécutives. Bien que la plupart de ces études n'aient testé l'impact que de faibles doses de cannabis, des recherches récentes ont montré que la dégradation des performances est généralement dose-dépendante et persiste pendant 2 à 4 heures.

Les études épidémiologiques menées entre 1993 et 2008 confirment elles aussi que la consommation de cannabis augmente le risque d'accident de la circulation. Une étude de 2004 a révélé que les consommateurs de cannabis impliqués dans des accidents mortels de la circulation se sentent significativement plus « coupables » que les non-consommateurs, et que la probabilité d'être responsable d'un accident augmente avec la dose de cannabis.
Les résultats les plus récents montrent que conduire sous l'influence du cannabis multiplie par deux ou trois le risque d'accident de la circulation.

Chapitre II

LES MÉTHODES DE LUTTE CONTRE LA SOMNOLENCE AU VOLANT

A. Les dispositifs de détection et d'alerte embarqués

Jim Horne

Plusieurs terminologies ont été employées pour désigner des systèmes embarqués destinés à surveiller le comportement du conducteur ou du véhicule : « contrôle de la vigilance du conducteur », « systèmes de détection de la somnolence », « systèmes de surveillance de la fatigue ». Tous ces systèmes ont pour principe d'émettre des alertes ou de déclencher des mécanismes de sécurité automatiques, dès que les capacités du conducteur semblent diminuées.
Cette section présente certains systèmes de contrôle du véhicule (déjà sur le marché), puis des exemples de développements récents, en particulier de systèmes de surveillance du comportement du conducteur.

1. LES SYSTÈMES DE SURVEILLANCE DU COMPORTEMENT DU VÉHICULE

Grâce aux progrès de l'automatisation, de nouvelles fonctions sont régulièrement intégrées dans les voitures pour aider le conducteur à contrôler son véhicule.
Ainsi sont aujourd'hui opérationnels : les systèmes d'alerte anticollision, une alerte automatique de collision d'un stade plus avancé, la vision nocturne du véhicule avec détection des piétons, les systèmes d'écart de position, les systèmes de repérage de véhicules, le régulateur de vitesse, les phares adaptatifs, etc. Seuls les procédés permettant de détecter l'endormissement ou de minimiser ses conséquences sur la conduite sont abordés ici.

•••

Le régulateur de vitesse autonome

Le régulateur de vitesse autonome (Autonomous Cruise Control ACC) est un système de régulation en option basé sur les informations détectées par des capteurs embarqués. Ces capteurs - reliés à un radar ou des capteurs laser - déclenchent le ralentissement de la voiture si elle s'approche trop du véhicule qui la précède, puis le retour à une vitesse pré-établie, lorsque le trafic le permet. Les systèmes à radar unique sont les plus courants.
En Europe, des voitures particulières de tous types en sont maintenant équipées.
La technologie ACC est largement considérée comme l'un des éléments clés des futures générations de voitures dites « intelligentes » (voir page 45, paragraphe 3).

Les systèmes anticollision

Les systèmes anticollision, connus également sous le nom d'alerte de collision frontale, sont conçus pour réduire la gravité des accidents. Ils utilisent un radar et parfois des capteurs laser pour détecter une collision imminente. Selon les systèmes, ils peuvent alerter le conducteur, pré-activer les freins, gonfler les sièges pour un soutien supplémentaire, déplacer le siège du passager, modifier la position du repose-tête pour éviter le coup du lapin, tendre les ceintures de sécurité et freiner automatiquement, de manière partielle ou totale pour minimiser l'impact. Certains véhicules au sein de l'Union européenne sont équipés de ce type de système depuis 1999.

Le système Pr-Sense Plus, mis en service en 2010, en est un exemple. Il fonctionne en quatre phases. Dans la première phase, le système avertit le conducteur de l'imminence d'un accident, tandis que les feux de détresse sont activés, les vitres latérales et le toit ouvrant se ferment, les ceintures de sécurité avant sont tendues. Dans la deuxième phase apparaît un témoin de freinage d'intensité lumineuse suffisamment forte pour attirer l'attention du conducteur. Lors de la troisième phase, un freinage partiel est initié de manière autonome à une vitesse de 3 m/s². La quatrième phase fait décélérer le véhicule à 5 m/s² et est suivie d'une décélération automatique totale à la puissance de freinage maximale, environ une demi-seconde avant l'impact. Certains constructeurs automobiles proposent cette option sur leurs véhicules.

Le système d'avertissement de sortie de route

Le système d'avertissement de sortie de route prévient le conducteur lorsque le véhicule dévie de sa trajectoire sur les autoroutes et les grandes artères. Ce système, introduit en Europe, a été développé en 2000. Il équipe maintenant la plupart des poids lourds. Depuis, la majorité des marques ont conçu leur propre système.
Ces systèmes sont conçus pour minimiser les accidents, à partir des principales causes de collision : faute du conducteur, distraction et somnolence. Par exemple, dans le Lane Keep Assist System, méthode d'assistance au maintien de la trajectoire lancé en 2003, une caméra installée en haut du pare-brise, au-dessus du rétroviseur, balaie la route sur un rayon de 40 degrés et détecte les lignes blanches discontinues délimitant les voies de circulation sur l'autoroute. L'ordinateur de bord reconnaît la trajectoire particulière du conducteur, contrôle l'angle des virages et utilise des facteurs

tels que la vitesse du véhicule pour calculer le degré de braquage requis. Toutefois, l'absence de marquage au sol ou le mauvais temps nuit à sa performance.

Deux principaux types de systèmes existent. Les uns avertissent le conducteur lorsque le véhicule dévie de sa trajectoire par une mise en garde visuelle, sonore et/ou des vibrations (LDA Lane Departure Assistance). Les autres, après avoir alerté le conducteur et en cas d'absence de réaction de sa part, prennent automatiquement les mesures nécessaires pour rétablir la trajectoire du véhicule (système de maintien de la trajectoire).

En 2009, la National Highway Traffic Safety Administration aux États-Unis a lancé une étude sur l'opportunité de rendre obligatoire les systèmes d'alerte de collision frontale et de déviation de trajectoire.

Les voitures intelligentes du futur

Les ingénieurs travaillent à la conception de véhicules « robotisés » ou « autonomes » dont le fonctionnement sera entièrement automatique.
Les véhicules « autonomes » devraient être capables d'analyser leur environnement et de régler leur propre circulation, de façon à minimiser les conséquences de la somnolence au volant. Le conducteur choisit sa destination mais aucune intervention sur le véhicule ne lui est demandée.

Une méthode pour automatiser les véhicules sans modification importante, comme dans le cas de véhicules robotisés, consisterait à équiper les routes de dispositifs automatisés (Automated Highway Systems), par exemple des systèmes magnétiques pour guider les véhicules. Une gestion informatisée du trafic autoroutier permettrait de diriger les voitures pour éviter les accidents, sans intervention du conducteur.

En 2006, la Commission européenne a adopté le programme de développement d'une voiture « intelligente » appelé « The intelligent Car Flagship initiative ».

2. LA DÉTECTION DE LA SOMNOLENCE BASÉE SUR LES CARACTÉRISTIQUES DU CONDUCTEUR

Cette section présente une partie des systèmes embarqués existant actuellement et qui permettent la mesure directe du comportement du conducteur, comme les mouvements des yeux, les mouvements caractéristiques du visage, les ondes cérébrales (en utilisant des enregistrements électroencéphalographiques - EEG) et la tenue du volant.

Les systèmes équipés de caméra

Ces systèmes sont les plus adaptés à la détection de la somnolence au volant et sont utilisés dans de nombreuses applications. Comme décrit dans le chapitre précédent, les caméras peuvent être utilisées pour repérer non seulement les mouvements des paupières, mais aussi les changements de taille de la pupille. La vitesse de clignement des paupières dépend de la vigilance de la personne et peut donc servir à l'évaluation de son degré de vigilance.

De nouveaux traitements algorithmiques tentent d'améliorer la reconnaissance des changements de taille des pupilles lorsque le conducteur devient somnolent. Il est également possible de suivre la direction du regard du conducteur, et de vérifier si ce dernier voit réellement ce qui se passe en face de lui ou s'il est distrait.

L'électroencéphalogramme (EEG)

La technique de référence pour détecter la somnolence est basée sur l'enregistrement de l'activité du cerveau à partir d'un EEG, semblable à celui utilisé dans un laboratoire de sommeil. Les enregistrements EEG se font à l'aide d'électrodes qui décèlent les modifications de la vigilance dans certaines zones du cerveau.
Le signal enregistré par l'EEG est analysé et les changements peuvent indiquer la survenue d'une somnolence. Toutefois, à ce jour, un tel système est difficile à mettre en œuvre car la place dédiée au conducteur dans le véhicule est limitée et le système complexe d'électrodes peut s'avérer gênant. La présence d'autres appareils électroniques dans le véhicule peut interférer avec les signaux de l'EEG et constituer également un obstacle.

Le contrôle capacitif

Des capteurs capacitifs, situés dans le toit de la voiture, permettent également d'évaluer le comportement du conducteur à partir de la position et des mouvements de sa tête. Cette technique peut aider à identifier les conducteurs somnolents quand leur tête tombe, au moment où ils deviennent somnolents, ou lorsque les mouvements de leur tête deviennent irréguliers. Cependant, cette méthode est nouvelle et nécessite une évaluation plus approfondie. Par exemple, en fonction de l'angle du siège du conducteur, la chute de la tête ne traduit pas toujours une somnolence.

La préhension du volant et les autres habitudes de conduite

En 2009, un système appelé « Assist Attention » (Assistance à l'Attention) a été développé pour évaluer le niveau de fatigue du conducteur et son état de somnolence, en fonction de ses caractéristiques de conduite. Ce système contrôle la vitesse, les accélérations - longitudinales et latérales -, la pression et les mouvements sur le volant et sur la pédale d'accélérateur. Il avertit le conducteur, à l'aide d'une alarme visuelle et sonore, lorsqu'il est trop somnolent pour continuer la route en toute sécurité. Cependant, la validité et l'efficacité de l'adhérence des mains au volant comme indicateur de somnolence restent à établir.

3. LES SYSTÈMES INTÉGRÉS AVANCÉS

Plus sophistiqués, les systèmes de télédétection intégrés présentent une approche plus intelligente et fiable pour déceler la somnolence au volant. Par exemple, ils associent la dérive de trajectoire au repérage des routes monotones qui peuvent favoriser la somnolence. Ou encore, ils couplent les tranches horaires pendant lesquelles le conducteur a le plus de risque de somnolence (selon l'horloge biologique ou le rythme circadien), à ses habitudes de conduite et à ses caractéristiques telles que la durée du sommeil au cours des dernières 24 heures. Le « système de conseil pour les conducteurs fatigués » (ASTiD) en est un exemple.

L'outil de prévention contre la somnolence au volant de Coyote constitue un autre exemple. Créé en France en 2005, Coyote est un système basé sur la géolocalisation qui permet le partage de l'information trafic en temps réel, entre une communauté d'environ 1,9 million de membres/utilisateurs. Participatif, Coyote repose sur la contribution de chaque utilisateur au bénéfice de tous. Équipé d'un GPS, GPRS et GSM, le système est en communication constante avec un serveur central qui transmet les informations pertinentes à l'utilisateur. Coyote vient de se doter d'un outil de prévention de la somnolence. Sur la base de quatre paramètres (variation de vitesse, direction, heure de départ et durée du voyage), le système interroge le conducteur sur son état physique. Selon la réponse, Coyote peut suggérer au conducteur de faire une pause. Cet appareil portable est maintenant disponible dans plusieurs pays d'Europe.

Bien qu'encourageantes, la sécurité et la fiabilité de ces dispositifs n'ont pas encore été pleinement établies. Les conducteurs ne doivent donc pas se reposer uniquement sur eux pour estimer leur capacité à la conduite, mais se baser également sur leur propre évaluation. En effet, les conducteurs ne s'endorment pas brutalement au volant : ils ressentent l'approche de la somnolence et luttent alors pour rester éveillés, en baissant la vitre ou en allumant la radio par exemple.
Il est important de souligner que les conducteurs doivent se responsabiliser. En effet, en cas d'accident lié à la somnolence au volant, des études ont montré qu'ils tendent à nier leur implication dans les conséquences de leur endormissement, même si celles-ci sont graves. Or, ils sont les premiers responsables de leur vigilance pendant la conduite, et ils ne peuvent pas déléguer cette responsabilité à un quelconque dispositif d'assistance.

B. Les mesures axées sur les infrastructures routières

Jim Horne

Les efforts faits en matière de conception et d'exploitation des infrastructures routières constituent l'une des solutions susceptibles d'améliorer la sécurité routière. Cette section présente quelques exemples de mesures relatives à la lutte contre la somnolence au volant.

1. LES BANDES RUGUEUSES

Les bandes rugueuses sont des lignes longitudinales creuses ou en relief bordant la chaussée. Le passage d'un véhicule sur ces bandes provoque des vibrations et un bruit qui avertissent le conducteur distrait d'une déviation de la trajectoire de son véhicule.

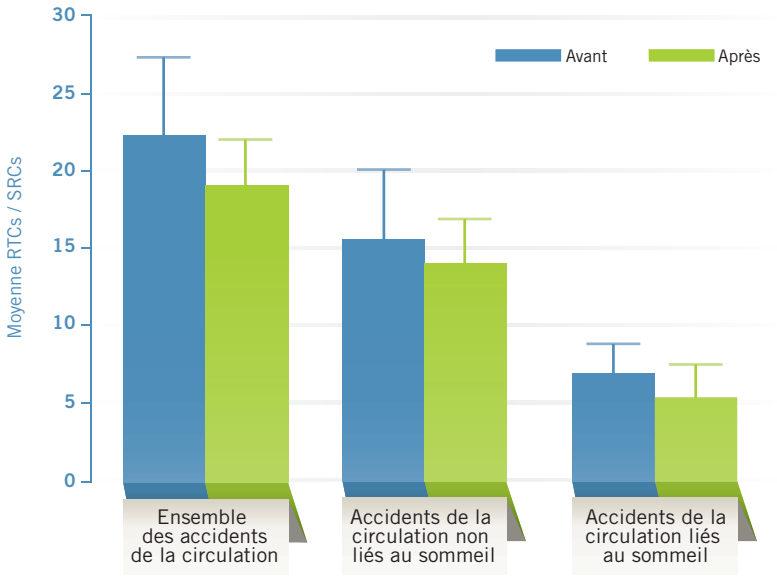
En France, depuis 2012, les autoroutes doivent obligatoirement s'équiper de bandes rugueuses sur le bord extérieur de la route pour empêcher le conducteur somnolent de dériver sur la bande d'arrêt d'urgence. Ce dispositif est généralement constitué d'éléments en relief (marquage à protubérances en limite de chaussée), mais l'utilisation de bandes rugueuses creusées par rabotage est également à l'étude. En effet, les bandes creuses produisent plus de bruit et de vibrations et seraient créditées d'une réduction importante des accidents. Les résultats des premiers tests montrent que les poids lourds ont tendance à dériver deux fois moins souvent sur la bande d'arrêt d'urgence lorsque les bandes sont creuses plutôt qu'en relief.

Selon des statistiques publiées récemment par la US Federal Highway Administration, la présence de bandes rugueuses sur les routes de campagne à deux voies permet de réduire de 44 % les accidents mortels, spécifiquement ceux liés à des traumatismes crâniens. Sur les routes urbaines à deux voies, ce taux atteint 64 %.
Selon un rapport de 2010, les témoignages recueillis révèlent que les bandes rugueuses ont provoqué le réveil de 64 % des conducteurs endormis au volant. Une autre étude de 2012 évaluant l'efficacité des bandes rugueuses sur la déviation latérale, montre que leur présence influe significativement sur la conduite ; les conducteurs tendent à rester plus près du centre de la voie quand la route est équipée de bandes rugueuses. Comme les erreurs de conduite peuvent survenir sur n'importe quel type de routes, la généralisation de ces bandes rugueuses sur l'ensemble du réseau routier augmenterait sans doute leur efficacité sur la prévention des accidents. Ce système peut être envisagé à grande échelle mais son rapport coût/efficacité doit être évalué.

2. LES AIRES DE REPOS

En 2009, une étude a montré que le nombre de collisions, dues ou non à la fatigue, diminue sur les tronçons autoroutiers disposant d'aires de repos. Plus précisément, les auteurs ont montré que la baisse du nombre de collisions dues à la fatigue est significative sur une distance de 16 km après chaque aire de repos sur une autoroute très empruntée (cf. figure suivante). Au-delà, ce nombre augmente à nouveau. La réduction du nombre d'accidents non liés à la fatigue est moindre et non significative. Ces conclusions prouvent l'utilité des aires de repos sur les autoroutes et la nécessité d'en augmenter le nombre.

Accidents de la circulation avant et après les aires de repos au Royaume-Uni



Moyenne de tous les accidents de la circulation (RTCs), accidents de la circulation non liés au sommeil (Non-SRCs) et ceux liés au sommeil (SRCs) dans les sections de 16 km avant et après 14 aires de repos autoroutières.

Adapté de Reyner LA et al, Accident Analysis and Prevention, 2010, 42, 1416-1418 avec autorisation.

C. Les approches comportementales pour combattre la somnolence

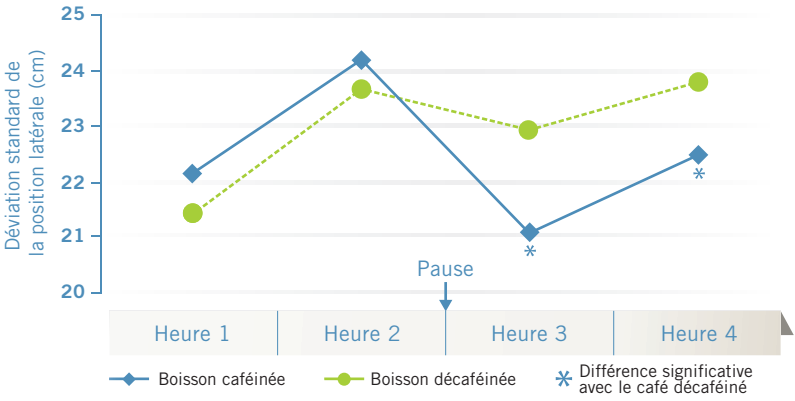
Pierre Philip et Jim Horne

Quand on conduit sur une route monotone, certains moments de la journée sont plus propices que d'autres à la survenue d'accidents. Lorsque l'horloge biologique atteint son seuil minimal quotidien, le risque de somnolence se trouve alors à son niveau maximal, comme décrit dans le chapitre 1 page 23. Ces moments sont situés entre minuit et 6h00 du matin et, dans une moindre mesure, en début d'après-midi. Au petit matin, par exemple, près de la moitié des accidents qui se produisent sur les autoroutes européennes est causée par la somnolence du conducteur.
Les campagnes de prévention grand public actuelles recommandent de faire une pause de 15 minutes toutes les 2 heures. Cependant, les conducteurs qui entreprennent de longs trajets doivent être conscients que leurs facultés diminuent durant ces périodes, en particulier dans les premières heures de la matinée, et que des pauses plus fréquentes sont nécessaires.

Les recherches ont montré que boire une tasse de café ou toute autre boisson contenant de la caféine, juste avant une sieste de 15 minutes, est un moyen très efficace pour surmonter rapidement la somnolence.

En effet, les 20 minutes nécessaires à l'effet « coup de fouet » de la caféine laissent juste le temps au conducteur de faire une courte sieste. Il bénéficie ainsi des deux techniques, comme le montre le schéma ci-après.

Effet de la consommation de boisson caféinée sur la performance au volant



Avant la pause, aucune différence significative n'a été observée sur la mesure de la déviation standard de la position latérale (SDLP) dans les deux groupes (prise de boisson décaféinée, versus boisson caféinée). Toutefois, durant les deux premières heures suivant la pause, la prise de boisson caféinée est associée à une diminution significative de la SDLP. n = 24 volontaires sains non-privés de sommeil.

Adapté de Mets MAJ et al, Psychopharmacology, 2012, avec autorisation.

Une et deux heures après la pause, par comparaison au groupe prenant une boisson décaféinée, le groupe prenant la boisson caféinée présente une diminution significative de la déviation standard de la position latérale (SDLP).

Les boissons énergisantes ne contenant pas de caféine ne sont pas efficaces. Les conducteurs somnolents peuvent ressentir un bref regain de vigilance après la prise de boissons contenant de grandes quantités de sucre, mais il s'ensuit une rapide augmentation de la somnolence.

Les conducteurs s'apprêtant à prendre la route doivent :
- dormir suffisamment (au moins 7 heures) la nuit précédant un long voyage ;
- planifier leur voyage en tenant compte des périodes de somnolence ;
- éviter de travailler une journée entière avant une nuit de conduite ;
- envisager de partager le volant lorsque le voyage est long.

Une étude récente a montré que la plupart des conducteurs reconnaissent courir plus de risque d'être impliqués dans un accident quand ils sont somnolents. Pourtant, très peu d'entre eux prennent les précautions appropriées pour prévenir ou lutter contre la somnolence.
Les auteurs de cette enquête sur Internet en Norvège ont indiqué que 73 % des conducteurs ont déclaré avoir continué à conduire, malgré une sensation de somnolence. Tout en convenant que s'arrêter pour faire une courte sieste est une mesure efficace, ils avaient davantage recours à des méthodes moins adaptées, telles que s'arrêter pour manger ou boire, ou encore baisser la vitre pour faire entrer de l'air frais (voir le tableau ci-après).

Ces résultats confirment les rapports d'études antérieures qui montrent que les conducteurs ne suivent pas les mesures recommandées.

Cette attitude se vérifie particulièrement chez les jeunes conducteurs de sexe masculin qui ont tendance à surestimer leur capacité à conduire quand ils sont somnolents. On la retrouve chez les personnes qui continuent de conduire, en ignorant leur propre état de somnolence, afin de se rendre sur leur lieu de destination le plus rapidement possible, ou parce qu'elles en sont proches. Cette dernière raison est particulièrement préoccupante, car les accidents liés à la somnolence se produisent fréquemment en fin de trajet. En outre, les conducteurs ont tendance à nier leur responsabilité dans les conséquences d'une conduite en état de somnolence, même si celles-ci sont graves.

Auto-évaluation de la perception de l'efficacité de mesures contre la fatigue et utilisation en pratique (échelle de 1 à 10)

CONTREMESURE	EFFICACITÉ MOYENNE	UTILISATION COURANTE MOYENNE
S'arrêter et dormir	9,47 (1,60)	5,78 (3,74)
Changer de conducteur	9,16 (1,80)	6,82 (3,45)
S'arrêter et faire une courte sieste	8,18 (2,63)	4,04 (3,58)
S'arrêter pour manger et boire	7,84 (2,24)	6,73 (3,00)
S'arrêter et sortir de la voiture	7,50 (2,55)	5,30 (3,49)
Prendre une boisson caféinée	5,74 (4,02)	4,16 (3,19)
Baisser la vitre	5,12 (2,85)	4,68 (3,19)
Activer la climatisation	4,73 (2,98)	4,53 (3,30)
Se mouiller le visage	4,62 (2,85)	3,32 (2,97)
Boire de l'eau	4,56 (2,79)	4,56 (3,17)
Augmenter le volume de la radio	4,30 (2,76)	3,90 (3,23)
Prendre une boisson énergétique	3,79 (2,64)	2,53 (2,59)
Manger des sucreries	3,75 (2,60)	3,28 (2,79)
Réduire sa vitesse	3,29 (2,81)	2,75 (2,65)
Prendre un produit à base de caféine	3,25 (2,79)	1,29 (1,33)
Prendre un produit stimulant	3,09 (2,71)	1,78 (1,03)
Augmenter sa vitesse	1,73 (1,54)	1,57 (1,64)
Augmenter la température	1,34 (0,97)	1,20 (0,88)

N = 305 La population étudiée se compose de membres du Royal Automobile Club of Queensland (RACQ) choisis au hasard dans la base de données des membres du Club.

Dans la première colonne, « efficacité moyenne » représente ce que les sujets considèrent comme le moyen le plus approprié pour lutter contre la somnolence (échelle 1 à10), tandis que dans la deuxième colonne, « utilisation courante » représente ce qu'ils ont l'habitude de faire en cas de somnolence. L'écart-type figure entre parenthèses.

Adapté avec l'autorisation de ARRB Group, 'Armstrong K, Obst, P, Banks, T, & Smith, S 2010, « Managing driver fatigue: education or motivation? », Road and Transport Research, vol: 19, no: 3, pp. 14-20.

Ces résultats montrent la nécessité grandissante d'encourager les efforts d'éducation de la population et de motivation des conducteurs pour qu'ils adoptent des stratégies de conduite plus sûres.

D. Les mesures mises en place par les employeurs

Damien Léger

Une étude réalisée en 2010 a montré que la tendance d'un conducteur à s'arrêter pour faire une sieste augmente avec l'âge. Les auteurs suggèrent que la responsabilité professionnelle du conducteur (croissante avec l'âge) pourrait en être une cause. Il est possible que les conducteurs plus âgés soient moins pressés et soient plus sensibles que les jeunes professionnels à des mesures plus adaptées à leur mode de vie, comme s'arrêter pour se reposer à l'occasion de longs trajets. Pour les jeunes conducteurs, plus pressés et prenant plus de risques dans le cadre de leur travail, d'autres approches doivent être envisagées. Une des stratégies consisterait à sensibiliser les employeurs.

Cette approche est particulièrement pertinente dans le cas des professionnels de la route. Une étude en laboratoire, menée en 2010 aux États-Unis, avait pour but de déterminer l'efficacité de l'actuelle période de récupération réglementaire de 34 heures imposée aux chauffeurs routiers avant la reprise du travail. Les résultats prouvent l'efficacité de cette période pour maintenir les performances optimales des sujets lors du travail de jour. En revanche, elle s'avère insuffisante, voire nuisible pour maintenir ces performances lors du travail de nuit. En effet, cette période de 34 heures de repos ne tient pas compte de l'aspect circadien du rythme sommeil/éveil/horaires de travail. Intégrer la notion de cycles circadiens à la réglementation sur les horaires de conduite pourrait améliorer celle-ci, en Europe comme aux États-Unis.

Chapitre III
ACTIONS MISES EN ŒUVRE

A. Le cadre juridique

Markku Partinen et Jim Horne

Conduire en étant somnolent engage la responsabilité juridique du conducteur. Éventuellement, celle de son médecin également, si ce dernier ne l'a pas convenablement informé des risques d'hypovigilance induits par sa pathologie ou son traitement.
Pour certains, la conduite en état de fatigue pourrait être classée comme infraction pénale au même titre que l'ivresse au volant. Il faudrait pouvoir alors être certain que le conducteur était conscient de sa propre somnolence. La réglementation s'appliquant aux conducteurs professionnels devrait tenir compte plus précisément de l'horloge circadienne.

1. LA FIXATION DE LIMITES MÉDICALES À LA CONDUITE

Les conducteurs doivent posséder non seulement des connaissances techniques et civiques, mais aussi présenter les aptitudes médicales. Certains troubles peuvent limiter l'obtention ou le maintien du permis de conduire, en raison de la somnolence diurne excessive qu'ils peuvent induire. Ces pathologies peuvent être organiques, psychiatriques ou liées à l'âge. Toutefois, la prise en charge de problèmes médicaux variés par les patients eux-mêmes, constitue un souci majeur car la plupart d'entre eux continue de conduire.

•••

Le rôle des médecins

Le rôle des médecins est crucial pour évaluer la capacité d'un patient à conduire et l'alerter sur l'augmentation du risque encouru.
Les médecins doivent légalement informer leurs patients de la menace potentielle que représente leur maladie pour leur propre sécurité et celle des autres sur la route. En cas d'accident grave, faute de pouvoir prouver qu'ils ont délivré à leur patient l'information sur le danger potentiel de la conduite, ils s'exposent à des poursuites juridiques éventuelles. En réalité, rares sont les médecins qui ont été poursuivis dans de telles circonstances.

La plupart des médecins libéraux ne sont que peu ou pas formés en matière de risques médicolégaux, même s'ils donnent des conseils à leurs patients sur le risque au volant. C'est ce qu'a décrit une étude de 2001, dans laquelle certains praticiens se trouvaient dans des situations de conflit juridique lorsqu'ils suspectaient leur patient d'avoir conduit en dépit de l'avertissement du danger.

Aux États-Unis, un grand nombre d'États garantissent l'immunité aux médecins qui signalent ces situations aux autorités, et permettent ainsi de contribuer à la sécurité du public. Les médecins peuvent rappeler aux conducteurs qu'ils ne sont pas à l'abri de poursuites civiles et pénales s'ils continuent de conduire illégalement.
Il est également important d'informer le patient que son assurance automobile peut ne pas le couvrir s'il conduit dans l'illégalité.

Lorsque le thème de la conduite est abordé lors d'une consultation, les médecins comprendraient mieux la réglementation au volant et ses facteurs d'influence s'ils devaient documenter leurs réponses et revoir le patient périodiquement pour le sensibiliser à la sécurité. Souvent, lorsque les dangers lui sont expliqués, le patient adopte une ligne de conduite prudente. Recadrer la discussion sur le plan personnel et rappeler au patient les conséquences s'il blesse ou provoque la mort d'un autre conducteur, d'un piéton ou d'un passager, l'aident à prendre les décisions appropriées.

La définition de critères de performance fiables et précis pour évaluer la capacité de conduite des patients atteints de troubles divers, pourrait réduire le risque d'accident de la circulation et éviter aux autres usagers de la route un retrait de permis arbitraire ou injuste.
Bien que le médecin soit vraisemblablement en mesure d'identifier les conducteurs présentant des troubles manifestes, il lui est souvent difficile d'évaluer chaque cas de manière objective. Quand faut-il limiter la conduite ? La seule évaluation du médecin peut ne pas suffire pour déterminer avec précision la capacité de conduire lorsque celle-ci est affectée de façon marginale par une maladie ou un traitement.

2. LA DÉTECTION ET LA SANCTION DES CONDUCTEURS SOMNOLENTS

L'existence d'un dispositif fiable, capable de détecter le niveau réel de fatigue ou de somnolence, permettrait au législateur de classer la conduite en état de fatigue comme infraction pénale, au même titre que l'ivresse au volant. Mais faute d'un tel mode de détection, comment identifier et sanctionner les conducteurs fatigués de manière appropriée ?

Une des approches utilisée dans certains pays a consisté à collecter les données d'accidents mortels au sein des tribunaux et d'en analyser les causes à l'aide d'équipes d'investigation multidisciplinaires. Ces équipes sont composées d'un policier, d'un ingénieur, d'un ingénieur spécialiste de la circulation et d'un médecin.
Alertée immédiatement après l'incident, l'équipe se rend sur les lieux pour recueillir toutes les informations disponibles : elle interroge les accidentés indemnes et les témoins oculaires, effectue les tests d'alcoolémie et de toxicologie et analyse la position des véhicules, la configuration de la route et la signalisation. Les experts réalisent une première reconstitution de l'accident sur place, puis, après leur propre enquête individuelle, se réunissent pour échanger leurs appréciations sur les causes possibles de l'accident. Ils produisent un rapport final établissant explicitement la cause première, appelée « événement clé » (comme un endormissement). L'équipe dresse également la liste des facteurs de risque qui ont contribué à l'accident (la fatigue, par exemple).
En Finlande, la première équipe permanente a été constituée en 1968. Depuis le début des années soixante-dix, tous les accidents de la circulation entraînant un ou plusieurs décès ont été étudiés en détail par les équipes d'enquête multidisciplinaires implantées dans le pays. Entre 1991 et 2001, 2 980 accidents mortels ont été analysés avec précision, et dans dix cas seulement l'événement clé n'a pu être identifié. Dans 8 % des cas, le conducteur s'était endormi, et parmi eux, seulement 23 % ont survécu.

3. LES CONDUCTEURS PROFESSIONNELS

La législation européenne a imposé des règles (EU 3820/85 et EU 3821/85) afin d'améliorer la sécurité des conducteurs de poids lourds. Les réglementations autorisent les chauffeurs à conduire au maximum 9 heures par 24 heures, étendant cette limite à 10 heures deux jours par semaine. En outre, le temps de travail sans conduite (par exemple pour le chargement du véhicule) peut être de 4 heures, ce qui donne une durée totale de travail de 13 heures (sur 24 heures). Pendant les 9 heures de conduite, les conducteurs de poids lourds peuvent conduire 4 heures et demie d'affilée, avant une pause obligatoire d'au moins 45 minutes.
Cette réglementation ne tient pas compte de l'horloge circadienne sur 24 heures. Il est évident qu'un conducteur avec un trouble du sommeil non diagnostiqué sera particulièrement vulnérable dans ces conditions de travail. Après six jours de travail en continu, les conducteurs sont tenus de prendre un repos hebdomadaire d'au moins 45 heures consécutives. Cette réglementation est probablement insuffisante, puisque la perte de sommeil est cumulative et que la loi ne tient pas compte du sommeil du conducteur pendant sa période de repos.

En 2008, l'European Transport Safety Council (ETSC) a estimé que les règles européennes actuelles ne sont pas suffisamment efficaces pour améliorer la sécurité au volant. Par exemple, le risque d'accident double au-delà de 11 heures de travail. Cependant, les règles de l'Union européenne permettent une durée de travail pouvant atteindre 13 heures dans une même journée. L'ETSC a conclu que le travail et la durée de conduite doivent être combinés de manière plus efficace. Il est essentiel de réduire le temps de conduite autorisé à un niveau qui ramènera la durée totale du temps de travail dans des limites acceptables.

B. Les initiatives européennes

Damien Léger, Claudio Bassetti et Marta Gonçalves

Au niveau de l'Union européenne, différents pays ont entrepris des campagnes d'information nationales en direction du grand public. Des propositions visent à renforcer leur efficacité.
Par ailleurs, la Commission européenne finance l'expérimentation de certains systèmes intelligents.

Des campagnes d'information peuvent être utiles pour sensibiliser le grand public au problème de la somnolence au volant et l'informer sur les contre-mesures efficaces. Les thèmes possibles sont les suivants :

- La connaissance et l'éducation sur les principales causes de la somnolence au volant.
- L'éducation du public sur les « exigences minimales » de sommeil et les signes annonciateurs de la fatigue et de la somnolence.
- L'importance, pour les conducteurs, de considérer leur propre responsabilité dans le risque que fait courir la conduite en état de fatigue ou de somnolence.
- La sensibilisation et la formation de populations ciblées (telles que les auto-écoles, les étudiants, les cliniques du sommeil, les associations de chauffeurs routiers).
- La réfutation des croyances erronées sur la capacité personnelle à faire face à la fatigue et la somnolence.
- La prise de conscience que la somnolence au volant représente un niveau de risque égal à celui de l'ivresse au volant.
- Le recours au changement de conducteur, à la caféine, à la sieste.
- L'information sur les heures de la journée exposant le plus au risque de somnolence.

À l'heure actuelle, l'efficacité des campagnes sur le comportement et les accidents est rarement évaluée. En général, les campagnes de sécurité routière sont reconnues n'avoir qu'un impact modeste sur les attitudes et les comportements et pas d'impact significatif sur le nombre d'accidents. Ces campagnes obtiennent les meilleurs résultats lorsqu'elles sont combinées avec d'autres mesures, telles que l'application de mesures réglementaires ou la mise à disposition de services et d'équipements de sécurité.

Cet impact limité est notamment dû à l'absence de réglementation sanctionnant les personnes qui conduisent à titre individuel en état de somnolence. Il paraît donc difficile de lier les thèmes de campagne aux conséquences juridiques qui en découlent. La situation des conducteurs professionnels est différente, puisque des mesures législatives réglementent leurs heures de travail et de repos.
Néanmoins, des campagnes de sensibilisation sur la somnolence et la fatigue ont été déployées aux États-Unis, en Australie, en Nouvelle-Zélande et dans plusieurs pays en Europe.

1. LES ORIENTATIONS DE L'UNION EUROPÉENNE SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Les récentes initiatives de l'Union européenne

En 2010, la Commission européenne a publié une communication intitulée « Vers un espace européen de sécurité routière : orientations de la politique sur la sécurité routière 2011-2020 ». Ce texte définit sept objectifs stratégiques en matière d'éducation, de mesures coercitives, d'infrastructures routières, de véhicules plus sûrs, de services d'urgence et de premiers soins, de développement de véhicules intelligents et d'équipements spéciaux pour les conducteurs vulnérables.

Le Parlement européen a estimé nécessaire de mettre en œuvre des mesures plus concrètes. Il a donc proposé une série d'actions, parmi lesquelles deux mentionnent la fatigue (qui est toujours assimilée de manière inappropriée à la somnolence) et une la somnolence :

- Lors de l'éducation des jeunes conducteurs, la fatigue devrait être reconnue comme un facteur de risque grave d'accident de la route, tout comme le sont la vitesse et la consommation d'alcool.
- L'utilité de l'installation de systèmes d'alerte contre la fatigue devrait être évaluée et, si reconnue, rendue obligatoire.
- Des mesures spéciales devraient permettre de vérifier que les exigences imposées aux véhicules commerciaux suivent les évolutions technologiques, en particulier les dispositifs d'avertissement de somnolence ou de distraction.

Par ailleurs, dans le cadre de la Directive européenne relative au permis de conduire, un groupe d'experts a été créé en 2012, afin d'identifier et de définir des actions spécifiques à mener concernant l'aptitude à la conduite des personnes atteintes d'apnée du sommeil (limitations spécifiques, actions de formation ciblées, actions par les médecins…).

Le projet DRUID

En 2007, dans un contexte de préoccupation grandissante sur le rôle des médicaments dans les accidents de la circulation, une étude cofinancée par la Commission européenne a été menée à travers quatre pays d'Europe : Belgique, Allemagne, Espagne et Pays-Bas. Son objectif était de définir des caractéristiques permettant d'évaluer le risque chez les individus utilisant des médicaments qui altèrent les capacités de conduite, tels que benzodiazépines, antidépresseurs sédatifs et antihistaminiques de première génération (antiallergiques).

Cette étude s'intègre dans le projet européen DRUID (DRiving Under the Influence of Drugs, alcohol and medicines – conduite sous l'influence de drogues, d'alcool et de médicaments). Les résultats montrent que les connaissances du patient sur les risques de ces médicaments sur la conduite sont plus importantes chez les individus les plus jeunes et les plus éduqués que dans le reste de la population adulte. Ils révèlent également que l'information fournie aux patients n'a généralement pas d'influence sur les comportements. Les personnes les plus enclines à modifier leur comportement au volant sont celles qui ont déjà présenté des effets indésirables avec ces médicaments, et qui appréhendent donc de conduire sous l'influence de ces produits.

2. LES CAMPAGNES NATIONALES DANS LES PAYS DE L'UNION EUROPÉENNE

En 2008, suite aux directives du projet de recherche CAST (cofinancé par la Commission européenne), des campagnes de sécurité routière sur la somnolence ont été mises en place dans deux pays : la Grèce et la Belgique. Les autres pays ayant mené des campagnes au niveau national sont la France et le Portugal.

La campagne belge « Pitstop »

La campagne belge « Pitstop » a ciblé les jeunes conducteurs entre 18 et 25 ans, au moyen de spots radio, d'un site Internet, d'affichettes, de brochures et de distribution de gadgets. Menée pendant quatre semaines, son objectif principal consistait à établir la certitude qu'il n'y a qu'une seule solution efficace pour lutter contre la somnolence au volant : une sieste de 15 minutes, dite sieste « énergisante ». Les résultats publiés l'année suivante ont montré que la sieste « énergisante » est reconnue de façon accrue comme la meilleure solution contre la somnolence du conducteur, en particulier dans la population ciblée, mais aussi dans les autres groupes d'âge.
Après la campagne, on a observé une légère baisse du nombre de jeunes qui croyaient que baisser la vitre du véhicule, boire un café, allumer la radio ou parler aux autres passagers étaient les meilleures solutions contre la somnolence. Les jeunes conducteurs classent la sieste « énergisante » comme la meilleure solution pour lutter contre la somnolence, alors qu'ils avaient indiqué « baisser les vitres » comme la meilleure solution avant la campagne.

La campagne n'a pas été en mesure de réfuter la croyance selon laquelle rentrer chez soi le plus rapidement possible est le plus important. Cette croyance reste particulièrement présente chez la population cible des 18-25 ans. Après cette campagne, dans cette même population, une proportion encore un peu plus élevée montre une faible appréhension du risque individuel. Parallèlement, le pourcentage de jeunes affirmant conduire mieux que les autres, même en état de somnolence, est également augmenté. Des intentions de changement de comportement ont été notées. Le pourcentage de ceux qui ont l'intention de faire une sieste « énergisante » a augmenté après la campagne, tandis que les intentions de faire une courte pause, de se dégourdir les jambes, de baisser la vitre, d'allumer la radio ou de parler aux passagers ont diminué.

Toutefois, les auteurs ont noté que : « les différences observées n'étaient pas significatives pour la plupart des résultats. Tous les facteurs ont changé dans la bonne direction mais une nouvelle campagne est nécessaire pour renforcer ces effets. »

La campagne grecque « Les yeux sur la route »

« Les yeux sur la route » a été la première campagne de sécurité routière sur la somnolence menée en Grèce. Les conducteurs professionnels ont été choisis comme cible prioritaire et les conducteurs non professionnels comme cible secondaire. La campagne s'est déroulée pendant deux mois. Les principaux supports choisis étaient des spots TV et radio, des tracts et Internet.

L'objectif était de faire comprendre aux conducteurs que la somnolence les affecte, quels qu'ils soient, et de leur faire identifier les signes de somnolence au cours de leur conduite quotidienne.
Sur les affiches, à la radio et à la télévision, le slogan était « Dormez, mais pas au volant ». Il était ensuite proposé aux conducteurs de se reposer avant de conduire, de s'arrêter sur une aire de repos et de faire une sieste « énergisante » lorsqu'ils se sentiraient somnolents.
Les causes de la somnolence étaient clairement énoncées sur les tracts, ainsi que la façon de la détecter et les contre-mesures à adopter.

L'évaluation des résultats publiés l'année suivante n'a pas montré d'augmentation notable des connaissances des conducteurs sur les causes et les conséquences de la somnolence au volant, ni sur les contre-mesures les plus efficaces (s'arrêter et se reposer ou planifier le voyage). Toutefois, ces connaissances étaient déjà à des niveaux très élevés avant la campagne. Dans l'ensemble, la campagne semble avoir été un succès : le nombre de conducteurs disant s'arrêter de conduire et se reposer lorsqu'ils se sentent fatigués, ou disant planifier leurs voyages, a augmenté.
Selon les auteurs : « la diffusion des résultats serait une approche intéressante pour les prochaines campagnes. Il est nécessaire de les comparer à ceux des autres campagnes pour améliorer la conception des prochaines. »

Le sondage français INSV 2011 « Faire face à la somnolence au volant »

Chaque année, l'Institut National du Sommeil et de la Vigilance (INSV) - association française de santé publique à but non lucratif - organise une Journée nationale du sommeil pour éduquer le grand public aux risques associés à un manque de sommeil ou à un sommeil de mauvaise qualité. En 2011, le thème de cet événement était « la somnolence » et un sondage national a évalué les connaissances des adultes sur la somnolence au volant. À travers un échantillon représentatif de 1 012 adultes français, 3 % ont déclaré qu'ils s'étaient endormis au volant au moins une fois au cours des 12 derniers mois. 12 % ont déclaré avoir été contraints de s'arrêter de conduire en raison de somnolence au volant au moins une fois au cours des 12 derniers mois. Interrogés sur les meilleurs moyens pour faire face à la somnolence au volant, 49 % ont répondu « s'arrêter de conduire », 27 % « s'arrêter de conduire et faire une sieste », 22 % « écouter la radio ou de la musique ». Seulement 8 % ont répondu « continuer de conduire » et 6 % « baisser la vitre ».

La campagne portugaise « Conduire en état de somnolence peut tuer »

En 2011, « Conduire en état de somnolence peut tuer » a été la première campagne de sécurité routière sur la somnolence menée au Portugal. Son objectif était de sensibiliser spécifiquement les jeunes conducteurs aux risques de la somnolence au volant et aux moyens de la prévenir.
Cette campagne a duré une semaine, avec différentes approches comprenant un spot télévisé en partenariat avec une chaîne de télévision publique, un spot radio en partenariat avec une station de radio publique, et la distribution d'une brochure éducative sur la somnolence au volant remise dans les stations-service le long des principales autoroutes. L'opération a été présentée lors d'un workshop sur les médias, présidé par le secrétaire du ministère de l'Intérieur portugais, avec le soutien du ministère de la Sécurité nationale sur la route (ANSR), l'Automobile Club Portugais (ACP) et d'autres institutions.

Une étude sur le sommeil « Somnolence dans les accidents de circulation chez les conducteurs portugais » a été réalisée dans le même temps. Cette étude visait à déterminer le rôle de la somnolence dans les accidents de véhicules auprès d'un échantillon représentatif de conducteurs et les stratégies les plus courantes pour lutter contre la somnolence. Les résultats ont été présentés sur les médias lors de la « Journée mondiale du sommeil ».

3. LES PROCHAINES ÉTAPES

Actuellement en cours, un projet européen vise à tester l'efficacité de certains systèmes intelligents embarqués dans les véhicules pour détecter la somnolence au volant. Il s'agit du projet EUROFOT ou « EUROpean Field Operational Test on active safety systems ». Un autre projet, nommé TELEFOT, a pour but de tester l'efficacité de l'« information routière » sur le conducteur. Enfin, un dernier projet intéressant intitulé INTERACTION étudie l'interaction entre les conducteurs et les technologies embarquées : pourquoi, quand et comment les conducteurs utilisent ces technologies embarquées. Cependant, aucun de ces projets n'étudie la vigilance au volant en soi.
Deux projets axés sur cet aspect sont financés dans le cadre du 7e programme cadre de la Commission européenne.

Le projet PROLOGUE

Le projet PROLOGUE - PROmoting real Life Observation for Gaining Understanding of road user behaviour in Europe – (encourager l'observation de la vie courante pour mieux comprendre le comportement des usagers de la route en Europe) vise à réduire le nombre de victimes sur la route en développant et testant ce qui est connu comme « une méthodologie d'observation de la conduite courante ». Cette approche utilise les technologies avancées dans le véhicule pour enregistrer le comportement du conducteur dans des conditions de conduite ordinaires. De nombreux paramètres peuvent être étudiés, tels que la sécurité, l'adaptation du conducteur à l'environnement, la gestion du trafic mais aussi la distraction, l'inattention et la somnolence. Le projet PROLOGUE étudie la faisabilité et la valeur de cette méthode dans plusieurs pays d'Europe - Allemagne, Grèce, Norvège, Espagne, Pays-Bas, Royaume-Uni - et fournit des recommandations sur la sécurité.

Le projet ITERATE

Récemment, de nombreux systèmes d'assistance et d'information au conducteur ont été conçus pour améliorer la sécurité et la performance des véhicules. Ces systèmes ont permis de résoudre des questions cruciales d'un point de vue technique mais leur influence sur le comportement du conducteur demeure pratiquement inconnue et devrait être étudiée de façon approfondie, de même que leur impact global sur la sécurité routière.
L'objectif du projet européen ITERATE (Information Technology for Error Remediation And Trapping Emergencies - « Technologie de l'information pour la correction des erreurs et la prévention des cas d'urgences ») consiste à développer et à valider un modèle unique permettant d'évaluer le comportement du conducteur et sa performance (erreurs, temps de réaction, etc.). L'observation portera en particulier sur la façon dont les conducteurs perçoivent, s'adaptent, choisissent et agissent sur différentes routes et situations de trafic. Le projet est réalisé dans cinq pays : France, Israël, Italie, Suède et Royaume-Uni.

LES PROPOSITIONS DES AUTEURS

Les propositions des auteurs sont présentées selon quatre thématiques

LES CAMPAGNES DE COMMUNICATION

- Campagnes à l'échelle européenne à destination du grand public.
- Campagnes de sensibilisation en direction des populations à risque comme les jeunes, les conducteurs professionnels et les travailleurs postés.
- Affichage sur les panneaux d'informations dynamiques en particulier pendant les heures de conduite les plus dangereuses, et diffusion sur les ondes radios spécialisées.
- Brochures d'information distribuées aux patients dans les centres du sommeil, et plus particulièrement aux patients apnéiques ou insomniaques.

LES ASPECTS JURIDIQUES

- Travail sur la législation européenne concernant les conducteurs qui souffrent de troubles du sommeil diagnostiqués et reconnus, mais n'ont toujours pas de traitement adapté, de façon à annuler ou au moins limiter leur couverture d'assurance en cas d'accident lié à la somnolence.
- Limitation de la conduite sous l'emprise de substances psychoactives.
- Généralisation des aires de repos sur le réseau routier européen.
- Détection et gestion de la somnolence chez les conducteurs professionnels, en particulier les conducteurs de poids lourds et d'autocars.

LA FORMATION

- Formation des conducteurs sur la somnolence au volant, par les instructeurs en auto-écoles.
- Formation des forces de l'ordre pour une meilleure prise en compte de la somnolence dans les rapports d'accident.
- En cas d'utilisation de substances psychoactives, délivrance par le médecin d'une information claire sur les capacités à conduire. Si la somnolence est un effet indésirable fréquent du médicament, les patients doivent également penser à demander un autre médicament qui n'altère pas la conduite.
- Prévention : autodétection des troubles du sommeil si la somnolence est présente régulièrement.

DE NOUVELLES ORIENTATIONS

- Amélioration de la détection de la somnolence.
- Meilleure connaissance des déterminants des comportements dangereux.
- Amélioration des contre-mesures, en particulier des systèmes d'alerte embarqués qui informent le conducteur lorsqu'il devient somnolent et lui suggèrent de faire une pause.

BIBLIOGRAPHIE

Pour plus de détails, nous suggérons de se reporter aux références suivantes :

CHAPITRE 1

AAA Foundation for Traffic Safety, "Asleep at the Wheel: The Prevalence and Impact of Drowsy Driving", November 2010.

Sagaspe P. et al., "Sleepiness, near-misses and driving accidents among a representative population of French drivers," *J Sleep Res*, 2010 Dec;19(4) :578-84.

Larue GS. et al., "Driving performance on monotonous roads," *Accid Anal Prev.*, 2011 Nov;43(6):2037-46. Epub 2011 Jun 28.

Pizza F. et al., "Sleep Quality and Motor Vehicle Crashes in Adolescents," *J Clin. Sleep Med*, 2010;6(1):41-45.

Siliquini R. et al., "Correlation between driving-related skill and alcohol use in young-adults from six European countries: the TEN-D by Night Project," BMC Public Health 2011, 11:526.

Dassanayake T. et al., "Effects of benzodiazepines, antidepressants and opioids on driving: a systematic review and meta-analysis of epidemiological and experimental evidence." *Drug Saf.*, 2011 Feb 1;34(2):125-56.

CHAPITRE 2

Reyner LA. et al., "Effectiveness of UK motorway services areas in reducing sleep-related and other collisions," *Anal Prev*, 2010 Jul;42(4):1416-8. Epub 2010 Mar 17.

Mets MA. et al., "Effects of coffee on driving performance during prolonged simulated motorway driving," *Psychopharmacology*, 2012 Feb 8.

Larue G. et al., "Forecasting negative effects of monotony and sensation seeking on performance during a vigilance task," Journal of the Australasian College of Road Safety, 21(4), pp. 42-48.

Banerjee I. et al., "Rest Areas -Reducing Accidents Involving Driver Fatigue," *UC Berkeley Traffic Safety Centre*, May 2009.

Liu AM. et al., "Modelling Differences in Behaviour Within and Between Drivers," *Human Modelling in Assisted Transportation*, 2011, Part 1, 15-22.

CHAPITRE 3

Drazkowski JF et al., "Driving and neurologic disorders," *Neurology*, 2011 Feb 15;76(7 Suppl 2):S44-9.

Radun I., "Fatigued driving: prevalence, risk factors and groups, and the law," Department of Psychology University of Helsinki, Finland: 2009.

Armstrong K. et al., "Managing driver fatigue: education or motivation?" Road & Transport Research, 2010 Sept, Vol 19(3): 14-20.

De Dobbeleer W. et al., "Pan-European Road Safety Campaign: Final Report: Campaign Design," Campaigns and awareness raising strategies in traffic safety: 2009, Project Coordinator: Belgian Road Safety Institute (IBSR/BIVV).

Nathanail E. et al., "Impact assessment of a mass media campaign on fatigue," *The proceedings of the 24th ARRB Conference*, held 12 - 15 October 2010, Melbourne, Australia.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACC : *Autonomous Cruise Control* – Régulateur de vitesse autonome
Système de régulation basé sur les informations détectées par des capteurs embarqués, qui adaptent la vitesse du véhicule en fonction du trafic.

ASFA : Association professionnelle des sociétés françaises concessionnaires ou exploitantes d'autoroutes ou d'ouvrages routiers.

ATC : *Antidépresseur Tricyclique*
Une des familles de première génération d'antidépresseurs ayant des effets sédatifs.

BZD : *BenZoDiazépines*
Une famille de médicaments qui comprend des hypnotiques (induisant le sommeil), des anxiolytiques (qui réduisent l'anxiété), des relaxants musculaires et des médicaments aux propriétés antiépileptiques.

CAST : *Campaigns and Awareness-raising Strategies in Traffic safety* - Campagnes et mesures de sensibilisation à la sécurité routière
Conçoit et met en œuvre des campagnes médiatiques, évalue leurs conséquences sur les accidents de la route et sur d'autres indicateurs de performance.

DRUID : *DRiving Under the Influence of Drugs, alcohol and medicines* - Conduite sous l'influence de drogues, d'alcool et de médicaments.

EEG : *ÉlectroEncéphaloGramme*
Mesure et localisation de l'activité cérébrale, dont les ondes spécifiques du sommeil.

EUROFOT : *EUROpean Field Operational Test on active safety systems*
Projet pilote européen sur les systèmes de sécurité active (évaluation opérationnelle).

ESS : *Epworth Sleepiness Scale* - Echelle de somnolence d'Epworth
Echelle d'évaluation subjective de la somnolence au travers des capacités de l'individu à somnoler dans différentes situations de la vie quotidienne.

ETSC : *European Transport Safety Council* - Conseil européen pour la sécurité des transports
Organisation sans but lucratif, indépendante, basée à Bruxelles, dédiée à réduire le nombre de morts et d'accidents liés aux transports en Europe.

INSV : Institut National du Sommeil et de la Vigilance.

ISRS : *Inhibiteurs Sélectifs de la Recapture de la Sérotonine*

ITERATE : *Information Technology for Error Remediation And Trapping Emergencies* - Technologie de l'information pour la correction des erreurs et la prévention des cas d'urgences.

KSS : *Karolinska Sleepiness Scale* - Échelle de Somnolence de Karolinska

LDA : *Lane Departure Assistance* - Assistance de sortie de voie

PROLOGUE : *PROmoting real Life Observation for Gaining Understanding of road user behaviour in Europe* - Encourager l'observation de la vie courante pour mieux comprendre le comportement des usagers de la route en Europe.

PVT : *Psychomotor Vigilance Test* - Test psychomoteur de vigilance

SDLP : *Standard Deviation of Lateral Position* - Déviation standard de la position latérale
Mesure objective qui reflète la façon dont un individu maintient la position d'un véhicule sur la route.

SSS : *Stanford Sleepiness Scale* - Échelle de Somnolence de Stanford

TELEFOT : Field Operational Tests of Aftermarket and Nomadic Devices in Vehicles
Projet pilote européen sur les équipements nomades et équipements embarqués de seconde monte.

TILE : *Test Itératif de Latence d'Endormissement*
Critère objectif qui mesure le temps qu'il faut pour déclencher expérimentalement le sommeil d'un sujet allongé dans une pièce sombre.

TME : *Test de Maintien d'Eveil*
Critère objectif de mesure du temps pendant lequel un sujet reste éveillé lorsqu'il est assis dans un fauteuil confortable dans une chambre semi-obscure.

BIOGRAPHIE DES AUTEURS

SUÈDE

Torbjorn AKERSTEDT

Torbjorn Akerstedt est professeur de physiologie du comportement.
Chef de l'institut de recherche sur le stress, Université de Stockholm.
Chef du groupe Recovery, Clinique de Neuroscience, Institut Karolinska.
Ancien Secrétaire Général de la Fédération Mondiale des Sociétés de Recherche et de Médecine du Sommeil (WFSRSMS).
Ancien Président de la Société Européenne de Recherche sur le Sommeil (ESRS).

SUISSE

Claudio BASSETTI

Claudio Bassetti est Professeur de Neurologie depuis 2000 à l'Université de Zurich. Il est vice-directeur du service de Neurologie et dirige la Clinique de soins externes depuis 2009. Il est fondateur du Neurocentre de Lugano qu'il a dirigé de 2009 à 2011. Depuis 2012 il dirige le service de Neurologie de l'Hôpital Universitaire de Berne.
Claudio Bassetti est l'auteur de 8 ouvrages et de plus de 300 publications scientifiques sur des sujets tels que les troubles du sommeil, l'accident vasculaire cérébral clinique et expérimental, les troubles du mouvement et la neurologie générale.
Il est Président de la Société Suisse de Neurologie et ancien Président de la Société Européenne de Recherche sur le Sommeil (ESRS) et a été élu Président de la Société Européenne de Neurologie.

ITALIE

Fabio CIRIGNOTTA

Fabio Cirignotta est Professeur agrégé de neurologie et Directeur de l'Unité de Neurologie, Hôpital S. Orsola-Malpighi, Université de Bologne.
Vice-Président de la Société Européenne de Recherche sur le Sommeil (ESRS) de 2002 à 2006 et président de l'Association Italienne de Médecine du Sommeil (AIMS) de 2000 à 2003.
Directeur, ces 16 dernières années, du programme annuel des internes en médecine du sommeil (Bertinoro-Italie).

ESPAGNE

Diego GARCÍA-BORREGUERO

Diego García-Borreguero est actuellement Directeur de la recherche à l'Institut sur le Sommeil de Madrid, et jusqu'en 2005, il a été Directeur du Centre sur les Troubles du Sommeil, au Département de Neurologie de la Fondation Díaz Jiménez (Université Autonome de Madrid), Espagne.
Diego García-Borreguero collabore activement à divers comités scientifiques de la Fédération Européenne des Sociétés de Neurologie (EFNS) et de la Société Européenne de Recherche sur le Sommeil (ESRS). Depuis 2010, il est président de la Société Espagnole sur le Sommeil.

PORTUGAL

Marta GONÇALVES

Marta Gonçalves est Chef du département de Psychiatrie et de médecine du sommeil à l'hôpital de Porto CUF depuis 2011. Membre du Comité d'organisation de plusieurs congrès nationaux et internationaux.
Conférencière invitée dans diverses manifestations scientifiques. Présidente de l'Association Portugaise sur le Sommeil 2008/2013. Membre du Comité de l'Union Européenne de la Société Européenne de Recherche sur le Sommeil (ESRS) et du comité exécutif de l'ANSS (Assemblée des Sociétés Nationales sur le Sommeil).

ROYAUME-UNI

Jim HORNE

Jim Horne travaille au Centre de Recherche sur le Sommeil à l'Université de Loughborough, Royaume-Uni.
Avec le Dr Louise Reyner, son travail sur les accidents liés au sommeil a entraîné des changements au niveau de la politique du gouvernement du Royaume-Uni sur la somnolence du conducteur, comme l'installation des nouveaux panneaux routiers dans tout le pays.
Jusqu'à récemment, il était rédacteur en chef du Journal of Sleep Research. Son livre populaire « le coût du sommeil - un voyage au travers de la science du sommeil » (OUP), couvre de nombreuses questions relatives à la somnolence et aux accidents.

FRANCE

Damien LÉGER

Damien Léger dirige le Centre du Sommeil et de la Vigilance de l'hôpital Universitaire de l'Hôtel-Dieu de Paris APHP, Paris Descartes, France.
Il est le Président de l'Institut National du Sommeil et de la Vigilance (INSV) France, Secrétaire Général de la Société Française de Sommeil (SFRMS), membre du Bureau Européen du Réseau Européen de l'Insomnie, Rédacteur associé du Journal of Sleep Research et de Sleep Medicine Review.
Il est membre du Conseil national des experts de l'Obsevatoire Nationale de la Sécurité Routière (ONISR) et du comité médical de la Prévention Routière.
Il est consultant pour l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la Communauté Européenne, l'Agence de Santé Nationale française et les Ministères français du Travail, de la Santé, de l'Environnement et des Transports. Damien Léger est l'auteur de cinq livres et de plus de 80 publications scientifiques.

FINLANDE

Markku PARTINEN

Markku Partinen est directeur de la Clinique du sommeil à Helsinki, du Centre de recherche Vitalmed, et professeur adjoint de neurologie au Département des neurosciences à l'Université de Helsinki, en Finlande.
Il est l'ancien président de l'Association Mondiale de Médecine du Sommeil (WASM), et ancien vice-président de la Société Européenne de Recherche sur le Sommeil (ESRS).
Il est actuellement le président de la Société Finlandaise de Médecine de la Route et co-président du Groupe de travail OMS ICF sur les enjeux de base pour le sommeil. Markku Partinen compte plus de 200 publications originales principalement dans le domaine de la médecine du sommeil et de l'épidémiologie, il a écrit plus de 150 articles et édité plusieurs livres. Depuis 1981, il travaille dans l'équipe d'enquête sur les accidents mortels (VALT).

ALLEMAGNE

Thomas PENZEL

Thomas Penzel est directeur de recherche au Centre du sommeil à l'Hôpital Universitaire de la Charité à Berlin depuis 2006. Il dirige le comité de médecine du sommeil de la Société de recherche Européenne sur le Sommeil (ESRS) et le Comité des Activités Professionnelles de l'Association Mondiale de Médecine du Sommeil (WASM). Il est le secrétaire de la Société du Sommeil Allemande. Depuis 2003, il est le rédacteur en chef de la revue allemande Somnology. Il a écrit et édité 10 livres et environ 200 documents de recherche sur l'apnée du sommeil et les méthodologies en médecine du sommeil.

FRANCE

Pierre PHILIP

Pierre Philip dirige la clinique du sommeil du CHU de Bordeaux (Centre Hospitalo-Universitaire) et est directeur au CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) de l'unité de recherche SANPSY (Sommeil, Attention et Neuropsychiatrie). Il est directeur du département de recherche clinique du CHU de Bordeaux, chef de l'équipe du projet PHENOVIRT et membre du laboratoire sur le CERVEAU. Ses travaux s'orientent sur la réalité virtuelle, le sommeil, la chronobiologie et l'électrophysiologie. Ses axes de recherche principaux sont la compréhension de la vulnérabilité à la privation de sommeil et les troubles de l'attention chez les sujets sains et les patients neuropsychiatriques.

PAYS-BAS

Joris C. VERSTER

Joris C. Verster est professeur adjoint de psycho-pharmacologie à l'Université d'Utrecht, Pays-Bas.
Il est membre du conseil exécutif du Conseil international sur l'alcool, les drogues et la sécurité routière (ICADTS), fondateur du groupe de recherche sur la dépendance à l'alcool, et conseiller scientifique pour plusieurs compagnies.
Joris C. Verster est co-auteur de plus de 100 articles scientifiques, il a édité plusieurs livres, y compris Drugs, Driving and Traffic Safety, et est rédacteur en chef des revues Current Drug Abuse Reviews et The Open Addiction Journal.

Les auteurs remercient tout spécialement
pour leur collaboration attentive
à la rédaction de cet ouvrage :
Annie Canel (ASFA)
et le Docteur Philippe Ement (INSV)

Et pour leur précieuse aide
dans la traduction et la relecture :
Clémentine Wallace
et Claire N'Guyen-Duy

Sans oublier les équipes de l'ASFA
et de l'INSV pour leur contribution
à la réalisation de l'ouvrage.

ASFA : 3, rue Edmond Valentin – 75007 Paris
Téléphone : +(33)1 49 55 33 00 – Fax : +(33)1 49 55 33 91
www.autoroutes.fr – E-mail : *asfa@autoroutes.fr*

INSV : 7, rue Corneille – 75006 Paris
Téléphone : +(33)1 48 56 27 87
www.institut-sommeil-vigilance.org – E-mail : *contact@insv.org*

Juin 2013 / Réalisation : wcommunication [*w@communication.fr*] / Impression : Cloître Imprimeurs PEFC 10-31-1238

SLEEPINESS AT THE WHEEL

WHITE PAPER

INSTITUT NATIONAL DU SOMMEIL ET DE LA VIGILANCE

ASFA
AUTOROUTES & OUVRAGES CONCÉDÉS

SLEEPINESS AT THE WHEEL

WHITE PAPER

Improving road safety is a priority of the French Government.

Among the various causes of road accidents, one of them is especially common on motorways: lack of alertness, which leads to inattention and sleepiness.

Lack of alertness is responsible for one in three collisions resulting in deaths on the motorway network, although it is the safest of all road networks!

This phenomenon is not fully grasped by the public. Therefore, it is essential to gain knowledge and raise the publics' awareness as regards sleepiness at the wheel.

In more general terms, sleepiness at the wheel remains underestimated both socially and culturally speaking, which is a major issue for road safety and public health.

This white book, put together by the French Motorway Companies (ASFA) and the National Institute of Sleep and Vigilance (INSV), presents the most recent knowledge on the subject at both the French and European levels and provides a number of recommendations.

By contributing to a better understanding of sleepiness at the wheel, this work will help promote the implementation of new prevention strategies, to further reduce the number of victims on the road. Our objective is to cut down to less than 2000 the number of deaths per year on French roads by 2020.

Manuel VALLS
French Minister of Interior

ASFA and INSV would like to express their deep thanks to the panel of European sleep experts who author this book. Most of them also participate in the research on traffic accidents associated with sleepiness in their own country and thus have contributed to enrich our knowledge and proposals for preventing from the consequences of sleepiness at the wheel.

Torbjorn AKERSTEDT
STOCKHOLM, SWEDEN

Claudio BASSETTI
BERN, SWITZERLAND

Fabio CIRIGNOTTA
MILAN, ITALY

Diego GARCÍA-BORREGUERO
MADRID, SPAIN

Marta GONÇALVES
PORTO, PORTUGAL

Jim HORNE
LOUGHBOROUGH, THE U.K.

Damien LÉGER
PARIS, FRANCE

Markku PARTINEN
HELSINKI, FINLAND

Thomas PENZEL
BERLIN, GERMANY

Pierre PHILIP
BORDEAUX, FRANCE

Joris C. VERSTER
UTRECHT, THE NETHERLANDS

PROFESSIONAL ASSOCIATION OF TOLL ROAD COMPANIES

ASFA is the French professional association comprising all actors involved in motorway exploitation and concession. Company members operate about 9000 km of high safety and service level infrastructures.

Its corporate purposes are to: defend the interests of the French toll-road industry, communicate on issues relevant to the profession as a whole, negotiate on employment and social issues, develop non-commercial international relations, carry out research and conduct surveys.

Since becoming the first cause of motorway accidents, sleepiness at the wheel represents a major stake as regards to road safety. Consequently, ASFA and motorway operators have placed fighting this phenomenon at the heart of their safety program.

www.autoroutes.fr and *www.somnolence-au-volant.fr*
asfa@autoroutes.fr

INSTITUT NATIONAL DU SOMMEIL ET DE LA VIGILANCE

The French Institut of Sleep and Vigilance (INSV) was launched in 2000 by the French Sleep Society (SFRMS).

Its vocation is to promote sleep and its disorders as part of public health. Its missions are to raise awareness, inform and educate on sleep and vigilance disorders.

As a federative body, it brings together the entire sleep community: learned societies, patient associations and healthcare professionals. Its board of directors is made up of doctors and researchers –all sleep experts and leaders in their field.

This genuine French communication and prevention interface has invested much of its energy, during the past 12 years, into having sleep acknowledged as a central factor for individual and collective health.

www.institut-sommeil-vigilance.org
contact@insv.org

TABLE OF CONTENTS

EXECUTIVE SUMMARY **p. 13**

INTRODUCTION **p. 17**
Claudio Bassetti and Damien Léger

I- ANALYZING SLEEPINESS AT THE WHEEL **p. 23**

A. Sleep/wake characteristics and methods for measuring sleepiness *p. 23*
Fabio Cirignotta, Thomas Penzel and Markku Partinen

1. The sleep/wake cycle p. 23
2. Measurement tools of daytime sleepiness p. 24
   - *Objective methods*
   - *Subjective methods*
   - *Test specially designed for evaluating sleepiness during driving: measurement of standard deviation of lateral position*

B. Behavioural factors influencing alertness *p. 27*
Tobjorn Akerstedt and Pierre Philip

1. Sleep deprivation p. 27
2. Irregular working schedules p. 28
3. Task-related fatigue p. 29
4. Length of task and time of day p. 30
5. Situations combining several risk factors p. 30
   - *Professional drivers*
   - *Young drivers*

C. Morbidities affecting alertness *p. 31*
Thomas Penzel, Markku Partinen and Damien Léger

1. Sleep apnoea p. 31
2. Insomnia p. 32
3. Narcolepsy p. 32

D. Effects of psychoactive medications *p. 33*
Joris C. Verster and Diego García-Borreguero

1. Minor tranquilizers p. 33
2. Antipsychotics p. 34
3. Antidepressants p. 34
4. Antihistamine drugs p. 35

E. Effects of psychoactive substances *p. 36*
Diego García-Borreguero and Joris C. Verster

1. Alcohol p. 36
2. Cannabis p. 37

II- METHODS TO FIGHT SLEEPINESS AT THE WHEEL **p. 39**

A. On the manufacturer side: in-vehicle detection and warning devices *p. 39*
Jim Horne

1. Systems monitoring the vehicle p. 39
   - *Autonomous cruise control*
   - *Pre-crash systems*
   - *Lane departure warning systems*
   - *Intelligent cars for the future*

2. Drivers' sleepiness detection-based systems p. 41
   - *Camera-based systems*
   - *EEG (Electroencephalography)*
   - *Capacitive Foils*
   - *Steering wheel grip and other driving inputs*

3. Advanced integrated systems p. 42

B. Measures focusing on road infrastructure *p. 43*
Jim Horne

1. Rumble strips p. 43
2. The presence of resting areas p. 43

C. Behavioural approaches to fighting sleepiness *p. 44*
Pierre Philip and Jim Horne

D. Measures focusing on employers *p. 47*
Damien Léger

III- IMPLEMENTATION **p. 49**

A. Legal aspects *p. 49*
Markku Partinen and Jim Horne

1. Determining limitations to motor vehicle usage in case of pathologies that can induce sleepiness p. 49
2. Detecting and sanctioning sleepy drivers p. 50
3. The case of commercial drivers p. 51

B. European initiatives *p. 51*
Damien Léger, Claudio Bassetti and Marta Gonçalves

1. European Union orientations on road safety p. 52
   - *Recent European Union initiatives*
   - *The DRUID project*
2. National campaigns in European Union countries p. 53
   - *The Belgian Pitstop campaign*
   - *The Greek "Eyes on the road" campaign*
   - *France: INSV poll on "Coping with sleepiness at the wheel" 2011*
   - *Portuguese campaign "Driving sleepy can kill"*
3. Going forward p. 55
   - *The PROLOGUE project*
   - *The ITERATE project*

AUTHORS' PROPOSALS **p. 57**

BIBLIOGRAPHY **p. 59**

LIST OF ABBREVIATIONS **p. 61**

AUTHORS' BIOGRAPHY **p. 63**

The aim of the current booklet is to complement and update the data of "Sleepiness at the wheel", Eranet transport - ENT Action Group 15, 2009, coordinated by Pr René Amalberti, Health care Adviser at HAS and Scientific director at the MACSF insurance group.

EXECUTIVE SUMMARY

Sleepiness at the wheel is one of the recently uncovered reasons behind a large proportion of fatal car crashes around Europe. Although it is often difficult to determine precisely how much responsibility can be attributed to sleepiness in certain traffic accident situations, it is estimated to underlie about 20% of car crashes in Europe. In this regard, national statistics have been put forward by a few European countries. In France, a preliminary report published in 2011 stated that from a total of 3970 fatal accidents that took place on French roads, 732 cases occurred on straight roads, 85% of which were related to sleepy driving.
In the United Kingdom, the national database indicates a low incidence of drowsy driving (around 4%) but this estimate is most certainly largely underestimated, probably due to the mode of reporting. In Germany, drowsiness is reportedly implicated in 25% of all fatal road accidents. In Italy, although recent data are missing, sleepiness is estimated to be involved in about 22% of road accidents. In Scandinavian countries, a recent Swedish pilot study found that drivers admitted experiencing sleepiness in 15% of road crashes. In Finland, an analysis of the national database on road accidents from 1991 to 2001 found that 15.3% of accidents were related to fatigue/sleepiness.

While the loss of human lives and disability are the most afflicting consequences, sleepiness-related collisions also have a major economic impact. It is thus indispensable to better understand how and when sleep-related traffic accidents occur, and to anticipate new strategies to prevent them as effectively as possible.

In order to understand how sleepiness occurs, it is important to acknowledge certain central aspects of its biology. Sleep and wakefulness are essentially determined by two independent regulatory mechanisms: the 'body clock' and 'sleep pressure.' Both mechanisms can be involved in sleepy driving. The body clock is responsible for the 24-hour rhythm that regulates sleep and wakefulness: sleepiness peaks between 2 and 6 am and to a lesser extent between 2 and 4 pm, which explains the surge of sleep-related traffic accidents that occur during those particular time slots. In parallel, sleep pressure progressively increases during the day: the longer the trip, the higher the risk of sleepiness. Overall, the sleep/wake cycle is a response to the dynamic balance between both mechanisms.

When drivers are affected by sleepiness or fatigue, their performance can become seriously impaired, especially at attention and decision-making on the road. Several objective and subjective methods exist to measure sleeping at the wheel, but all have their limits: objective methods are able to reliably detect sleepiness but most of them need to be conducted in specific conditions -such as a sleep lab- that do not accurately reproduce real-life driving conditions. Subjective methods can help detect the risk of sleepiness in certain situations of day-to-day life and are easier to set up, but they cannot be used directly at the wheel.

Besides the individuals' internal sleep/wake mechanisms, a variety of external factors also influence sleepiness at the wheel and tend to add up exponentially. Some of them are behavioural: sleep deprivation, irregular working hours, length of time spent at the wheel, driving in monotonous environments.

Sleep disorders like sleep apnoea, insomnia or narcolepsy, may severely impact daytime vigilance, but also pathologies that have the potential to trigger sleep disorders, such as depression for example. Certain medications (hypnotics, anxiolytics, antiallergic and antiepileptic drugs) also reduce alertness. Psychoactive substances such as alcohol or cannabis add their deleterious effects to sleep deprivation and fatigue in young drivers, thus further increasing the risk of sleepiness.

Certain populations are considered particularly at risk since they combine several risk factors: shift workers, professional drivers and young drivers.
To combat sleepiness at the wheel, several types of measures have been put in place and need to be expanded globally:

- On the manufacturer side, in-vehicle mechanisms have been invented to detect and inform drivers of signs of sleepiness or vigilance impairment. For instance: lane departure warning systems, but also systems monitoring driver-behaviour directly. Because the safety and the full-reliability of these devices has yet to be established, drivers should not depend entirely on them but rely on their own insight to evaluate their sleepiness.
  Indeed, the driver is responsible for his state of alertness at the wheel.
- On the side of road infrastructure: rumble strips, resting areas and less monotonous road designs are tools that have proven effective at keeping drivers alert.
- On the side of employers of commercial drivers: regulations concerning hours of service have been put in place.
- Concerning driver behaviour: it is important to avoid sleep deprivation before taking the wheel, to choose certain times of the day rather than others if possible when hitting the road (for instance avoiding early morning hours -2 to 6 am -and mid-afternoon hours -2pm to 4pm), to take regular breaks and naps. These are effective measures on which the public needs to be further educated.

The legal aspects associated with sleepiness comprise another area that needs to be actively revisited. In this context, the role physicians can play in alerting patients at risk of sleepiness at the wheel because of pathology or medication they are on is essential, and more training is definitely needed to keep health care practitioners up to date on applicable driving laws. Researchers and physicians should establish fair and accurate performance criteria to predict patients' driving ability with various conditions: this may reduce the risk of motor vehicle crashes and protect others from arbitrary and possibly unfair licence revocation.

More campaigns targeting drivers, especially the at-risk populations, also need to be deployed, in combination with other interventions, such as enforcement of traffic laws and regulations. Such campaigns have recently been conducted in a few European countries and have proven to be effective at improving drivers' knowledge on sleepiness and its risks.
However, they have not appeared to significantly impact the rate of sleep-related car crashes – which is the ultimate goal. Other campaigns involving several European Union (EU) countries are currently on-going and have been designed to determine the efficacy of new in-car systems and to evaluate the behaviour of drivers using these systems.

In all these domains, new approaches still need to be proposed and investigated. Hereunder are some of the authors' proposals:

On campaigns/communication
- Educational campaigns focusing on at-risk populations such as adolescents, professional drivers and shift workers
- Display of information on highways, especially during the most dangerous driving hours (e.g. afternoon, early morning hours), but also broadcasted on radio stations focusing on traffic information

On training
- Training of (future) drivers in driving school, through instructors
- In case of psychoactive drug use, information must be clearly provided by the physician on whether or not it is safe to drive. If sleepiness is a common adverse effect of the drug, patients must think of asking for alternative medication that does not impair driving

On legal aspects
- Work on European legislation regarding drivers who suffer from diagnosed and acknowledged sleep disorders
- Detection and management of sleepiness among professional drivers, especially lorry-drivers

On new directions
- Improved detection of sleepiness
- Better knowledge of determinants of dangerous behaviour

INTRODUCTION

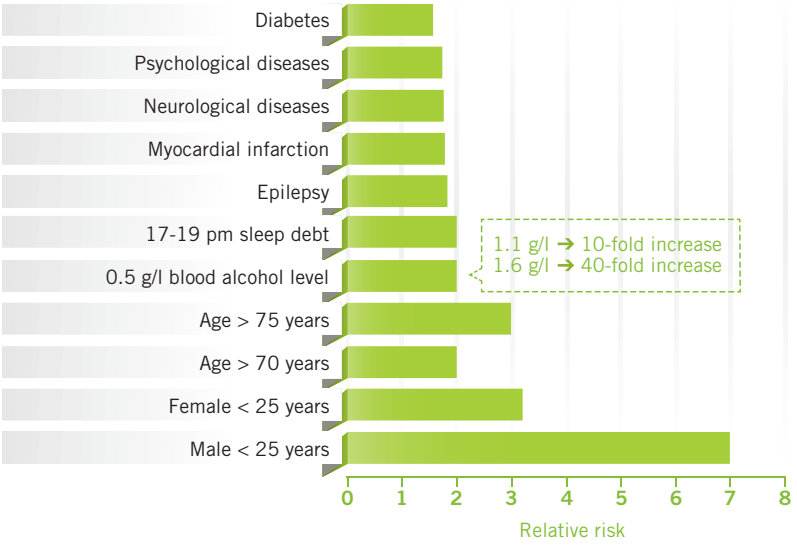
Claudio Bassetti and Damien Léger

According to the European Commission's Directorate General for Mobility and Transport, road deaths have been decreasing year by year across the whole European Union, with a 43% drop since 2001. However, traffic accidents were still responsible for 30,900 road fatalities and 1.7 million injuries in 2010. To continue lowering these numbers, it is indispensable to better understand how and when traffic accidents occur and to anticipate new strategies to prevent them.

One of the reasons behind fatal car crashes includes sleepiness at the wheel, a phenomenon to which this report is dedicated.
Experts like to compare the effect of sleepiness at the wheel to those of drunk-driving (which itself is legally punished): studies have shown that driving following a sleepless night is equivalent to hitting the road with an alcohol blood concentration of 0.9 g/l, which exceeds legal limits in all EU-countries.

Road accidents caused by a driver falling asleep at the wheel are particularly severe: they are very likely to result in death because of the uncontrolled speed of the car during the impact and the driver's failure to brake.

Probability of an accident according to different risk factors



This table highlights that a blood alcohol level of 0.5 g/l doubles the risk of accidents compared to a blood alcohol level of a sober driver. A blood alcohol level of 1.1 g/l is associated with a 10-fold increased risk of accident and a blood alcohol level of 1.6 g/l is associated with a 40-fold increased risk of accident. Male drivers 25 years old and under are also at a significantly higher risk of accident.

Source: Epilepsy and driving in Europe. Final report of the Working Group on Epilepsy. Projet UE IMMORTAL, Publications R1.1 et R1.2. Adapted with permission.

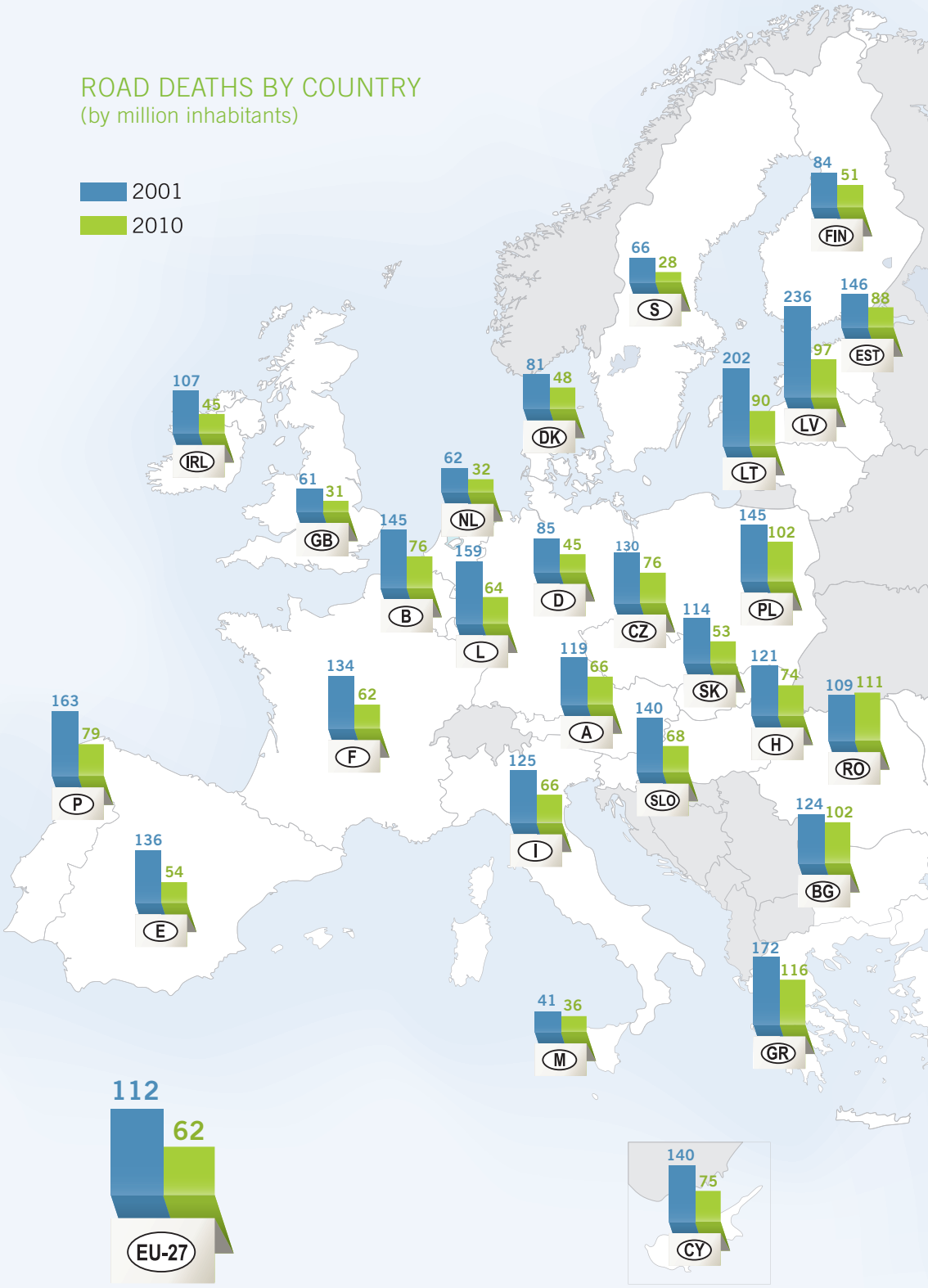
Unfortunately, sleepiness at the wheel is not uncommon. In France, for instance, a 2010 epidemiologic survey, based on telephone interviews of nearly 4,800 French drivers, showed that 1 in 3 participants reported experiencing at least one episode of severe sleepiness at the wheel during the previous year. More than 1 in 10 reported at least one "near-miss accident" in the previous year, half of which were sleep-related.

Collecting objective data concerning car crashes due to sleepiness is difficult, the main issue being it is often hard to estimate the state of a driver right before a crash. Consequently, the proportion of fatigue-related accidents in police reports and accident databases from different jurisdictions varies greatly.

Here are some of the most recent statistics issued by a few European countries:

FRANCE

A preliminary report on traffic accidents published in 2011 stated that from a total of 3970 deaths on French roads, 732 cases occurred on straight roads. Among them, 85% were related to sleepy driving, the remaining 15% to distraction.



Source: European Commission, State: July 2011.
Adapted with permission.

THE U.K.

Data are scarce in the UK. In the national database, drowsy driving is reported in about 4% of all road crashes. However, the term "fatigue" is only used in very specific unequivocal situations by UK police officers. Thus, it is most probable that its incidence is largely under-estimated. In a 2004 publication, authors found that 17% of road traffic collisions were sleep-related.

GERMANY

Drowsiness is currently implicated in 25% of all fatal road traffic accidents in the country. In 2009, 4154 deaths were recorded on German roads, which is the lowest estimate since 1950. The figures peaked in 1970 with 21,332 road fatalities. Since then, the number of deaths on the road has fallen by around 80 per cent. According to scientific studies, material-damage amounting to some five billion euros is caused by sleepy drivers each year in Germany.

SPAIN

In a 2010 publication, authors reported the results of a survey, carried out by the Spanish Institute of Health and Safety in the Workplace, showing that 45% of road accidents are due to distraction, recklessness, absent-mindedness and lack of attention, which are all often related to a lack of rest/sleep.

ITALY

Recent data are scarce. Based on numbers put forward by the Italian National Institute of Statistics, a 2001 publication reported that between 1993 and 1997, 21.9% of road accidents were sleep-related.

SWEDEN

A recent pilot study found that in approximately 15% of crashes, drivers admitted experiencing sleepiness. When considering the most significant risk factors (i.e. remaining awake during more than 16 hours in a row, sleeping less than 6 hours during the 24 hours prior to departure, taking the road at 2-6 am or 2-4 pm, presenting sleep disturbances), around 35% of drivers fulfilled at least one of the criteria. In order to estimate the prevalence of driving while sleepy, the Swedish Transport Administration has been screening, on a yearly basis, a random sample of 11 000 people, asking if they had experienced severe sleepiness or if they had almost fallen asleep while driving in the past 12 months. The most recent results, dating from the 2011 survey, state that more than 15% of individuals reported experiencing sleepiness. The group reporting the highest prevalence was that of young drivers.

FINLAND

An analysis of the national database including about 1400 car drivers held legally responsible for a fatal road accident between 1991 and 2001 showed that 15.3% of cases were considered fatigue-related accidents. During the years 2006 to 2010, 17% of fatal motor vehicle accidents were due to fatigued drivers, which were responsible for 18% of deaths on the road.

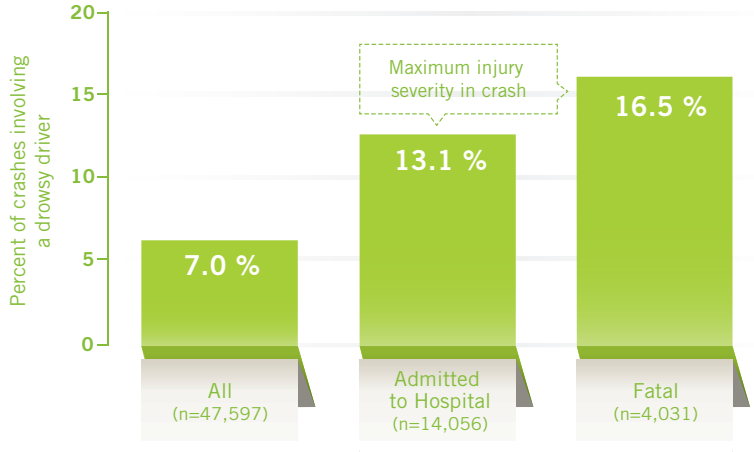
EUROPE

Overall, sleepiness at the wheel is considered responsible for 20 to 25% of traffic accidents occurring on European roads.

While the loss of human lives and disability are the most afflicting consequences, sleepiness-related collisions also have a major economic impact. There have been occurrences of commercial-vehicle sleepiness collisions destroying bridges over interstate motorways, causing major disruption to the transportation system and to the economy in the USA. In 2011, the United States reported a $230 billion societal cost for motor vehicle crashes. Direct and indirect costs of car accidents amounted 160 billion in 2007 for the whole European Union.
This cost is phenomenal and several experts share the opinion that sleepiness is not sufficiently recognized and reported as a causal factor for road accidents, and that more efforts need to be deployed in this area.

The following figure shows the weight of drowsy driving in fatal road accidents (up to 16.5%) in the 1999-2008 period in the USA.

Percentage of crashes involving drowsy driving in the USA



Estimated proportion of crashes involving a drowsy driver, by maximum injury severity in crash. Study population: crashes that involved a passenger vehicle that was towed from the scene, United States, 1999–2008.

Adapted from BC Tefft: Prevalence of motor vehicle crashes involving drowsy drivers, United States, 1999-2008 Accident Analysis & Prevention, 2012, vol 45, 180-6 with permission.

How do we analyse sleepiness at the wheel –what causes it, how do we measure sleepiness, and who are the populations most at risk? These are some of the questions chapter 1 explores. It also goes through several of the behavioural factors influencing alertness –such as sleep deprivation, irregular working schedules, timing and length of driving –but also factors such as medical conditions or the use of psychoactive substances and medication.

Chapter 2 summarizes some of the countermeasures that have been put forward so far to fight against sleepiness at the wheel. After focusing on in-vehicle detection and warning devices that have been put in place in recent years, the report goes into describing measures targeting road infrastructure, driver behaviour and employer awareness.

In Chapter 3, some of the major legal aspects that are still necessary to bring forward are presented, as well as examples of European-wide and national campaigns, which can serve as bases for upcoming initiatives.

To conclude, lead European sleep experts present 15 proposals to implement effective new countermeasures to further decrease the prevalence of sleep-related-accidents in Europe.

Chapter I

ANALYZING SLEEPINESS AT THE WHEEL

A. Sleep/wake characteristics and methods for measuring sleepiness

Fabio Cirignotta, Thomas Penzel and Markku Partinen

1. THE SLEEP/WAKE CYCLE

Sleep provides the body and mind with the necessary time to rest, recuperate and reenergize for the next day. In the adult general population, seven to eight consecutive hours are considered a healthy length of time spent asleep. During the wake period, signs of sleepiness indicate the likelihood of falling asleep.

Sleep and wakefulness are essentially determined by two independent regulatory mechanisms: the 'body clock' and 'sleep pressure' (also known as sleep homeostasis):

- The body clock, physically located in the brain, is responsible for 24-hour rhythms, known as circadian rhythms, which control several functions including sleep and wakefulness. The circadian rhythm in sleepiness peaks in the early hours of the morning (2-6 am), with another rise mid-afternoon (2-4 pm).
- Sleep pressure is the amount of fatigue that accumulates progressively throughout the day, due to daytime cerebral/mental activity mainly. As waking duration increases, sleep pressure increases, which progressively increases the feelings of daytime sleepiness.

•••

The sleep/wake cycle is thus a response to the dynamic balance between both regulatory mechanisms. On top of these integrated factors of influence, sleepiness can be influenced by a variety of external factors, which tend to add up exponentially.

Behavioural factors (such as a disturbed sleep-wake schedule), sleep disorders (for instance sleep apnoea syndrome), drugs (for instance hypnotics or anxiolytics) or alcohol intake –all account for increased sleepiness.

When drivers are affected by sleepiness or fatigue, their performance can become seriously impaired, especially at attention and decision-making. They are prone to a loss of alertness, difficulty keeping their eyes in focus, loss of concentration and wandering thoughts, reduced awareness of the environment and memory lapses. Individuals starts failing to check their rear view mirrors as frequently as they should, they present unconscious variations in speed, and erratic changing, drifting out of lanes. It is thus critical to identify the external factors influencing sleepiness to learn how to best manage them and reduce the likelihood of human error.

Before going into the details of the various factors influencing sleepiness, here is a short summary of the most common methods currently used to measure sleepiness at the wheel. This evaluation of sleepiness is indeed indispensable to better understand its pattern of occurrence, and to establish effective countermeasures for road safety. A variety of strategies have been proposed to evaluate the risk of drowsy-driving accidents. Some methods are cheap and easy to perform on a wide number of subjects, like the Epworth Sleepiness Scale (see page 26), while others are more expensive and time-consuming. Some are performed in the laboratory, others can be performed in real-life situations, or in a driving simulator. The choice of method depends on the circumstances and purpose of those measurements.

2. MEASUREMENT TOOLS OF DAYTIME SLEEPINESS

Objective methods

Objective methods for measuring daytime sleepiness use a variety of physiological variables as indicators of an individual's drowsy state. These objective measurement tools are useful in that they are not influenced by possible self-reporting biases.

The Multiple Sleep Latency Test and the Maintenance of Wakefulness Test
Two objective clinical measures, The Multiple Sleep Latency Test (MSLT) and Maintenance of Wakefulness Test (MWT), are sensitive predictors of daytime sleepiness and driving performance. The main difference between both methods is that MSLT involves lying in a dark room where the participant is instructed to initiate sleep, whereas the MWT involves sitting on a comfortable chair in a semi-dark room where the participant is instructed to try to avoid falling asleep. The sooner participants enters sleep, the higher their objective sleepiness rating. Brain activity is recorded during the test.

One limitation in these approaches is that both tests provide a very different environment to that of driving, and do not require participants to conduct tasks similar to driving. Nonetheless, the MSLT and MWT have been found

to correlate with subjective sleepiness measures, driving performance indicators, and have shown sensitivity to sleep deprivation.

Electroencephalography

Brain activity recorded via electroencephalography (EEG) can also be used out of the laboratory to evaluate sleepiness without the need for participants to actually fall asleep to achieve a measurement. This type of objective sleepiness measure may be more indicative of a participant's current state of sleepiness when at the wheel, and has been used in a number of sleep-related on-road and simulated driving studies.

Video recording of eye movements

In recent years, new methods based on eyelid movement and eye-closure have been specifically developed to measure drowsiness while driving. An increase in eye blink duration is associated with an increase in sleepiness. Similarly, an increase in slow eye movements and eye blink frequency are also associated with increasing sleepiness. One such method uses video recordings to determine the percentage of time an eye-lid remains closed at approximately 80% of total closure. A commercial drowsiness detector based on this technique is now available on the market. Its sensor is placed on the dashboard and measures eyelid closure. In the commercial trucking industry, drivers using this detector not only receive a warning when they start becoming sleepy, this information can also be instantly relayed to fleet managers. However, the sensitivity of this sensor is still questionable.

An alternative method uses infrared reflectance oculography to measure the relative velocity and duration of eyelid movements during blinks and especially the short-term variability of those characteristics. This relatively new drowsiness monitor is also commercially available. The system requires drivers to wear a special set of glasses that send and receive infrared light pulses to measure the velocity of the drivers' eyelids. A computer system is installed to process this information and provide feedback on drowsiness in the form of a score displayed on the dashboard. Here again, the sensitivity of the system needs to be further established.

Psychomotor Vigilance Test

Another approach is based on the measurement of the drivers' reaction time. One such test, the Psychomotor Vigilance test (PVT), is often used to assess commercial driver sleepiness in the United States. The PVT is based on a simple task where the subject presses a button as soon as a stimulus -such as a light- appears. The stimulus will turn on randomly every few seconds for 5–10 minutes. The purpose of the PVT is to measure sustained attention, and give a numerical measure of sleepiness by counting the number of lapses in attention of the tested subject.

Limitations of current measurement tools

These objective measures of sleepiness present important technical issues, which need to be addressed in further research to improve their use. Of major importance is the difficulty in differentiating levels of sleepiness and the specificity of recordings, i.e., whether sleepiness, rather than attention, is actually being measured. In addition to these issues, physiological measures can be more time consuming, difficult to set up, and can be highly costly and relatively easily damaged.

Subjective methods

The Epworth Sleepiness Scale

One of the most commonly used methods for measuring sleepiness, the Epworth Sleepiness Scale (ESS), is quite different from the other methods described above, as it is based on a subjective approach.
It is a scale intended to evaluate daytime sleepiness, measured using a short questionnaire. Subjects are asked to rate their likelihood of dozing off in different daily life situations. The higher the score, the higher the individual's level of daytime sleepiness. While this test does not provide a diagnostic in itself, the ESS score can indicate the need to seek for expert medical advice.

Tests such as the ESS have the advantage of not influencing the behaviour of the driver –they do not constantly draw attention to his sleepiness. Thus the ESS has been extensively used as a research tool in studies of road crashes and driver impairment, however is less useful for the development of in-car sleepiness countermeasures.

The Epworth Sleepiness Scale

0= no chance of dozing
1= slight chance of dozing
2= moderate chance of dozing
3= high chance of dozing

SITUATION	CHANCE OF DOZING
Sitting and reading	
Watching TV	
Sitting inactive in a public place (e.g a theater or a meeting)	
As a passenger in a car for an hour without a break	
Lying down to rest in the afternoon when circumstances permit	
Sitting and talking to someone	
Sitting quietly after a lunch without alcohol	
In a car, while stopped for a few minutes in traffic	
TOTAL	

- A score ≥10 indicates a significant reduction of alertness requiring a medical consultation.
- A score ≥16 indicates a pathological level of sleepiness.

Other scales measuring sleepiness are the Stanford Sleepiness Scale and the Karolinska Sleepiness Scale, which are less frequently used. Validity and reliability have been reported for both.

Tests specially designed for evaluating sleepiness during driving: Measurement of standard deviation of lateral position

Measuring the standard deviation of lateral position (SDLP) reflects how well subjects maintain their lane position. It provides an index for each subject's road tracking error and ability to control the lateral motion of the vehicle. This test has a high test–retest reliability, and thus can provide useful information on increasing sleepiness and decreasing attention at the wheel. SDLP is measured in centimetres, using an electro-optical device mounted on the rear of the vehicle that continuously records lateral position relative to lane-line delineation.

As each measurement tool provides different types of information, they should be considered complementary. Researchers should use these various approaches keeping the limits of each one in mind, choosing depending on their research objectives, time and resources.

In conclusion, objective measurement tools are useful in that they are not influenced by possible self-reporting biases. However, some of these approaches, because they require participants to actually fall asleep to achieve a measurement, are impossible to implement in real-life situations. Others can be cumbersome, time-consuming and expensive to set up. Subjective methods such as the Epworth Sleeping Scale are easier to execute but do not provide a diagnostic per se. Again, one of the major issues at play is whether sleepiness or another related concept is the dimension actually being measured. Studies have pointed out that this issue is already difficult at the individual level: subjective assessments made by drivers do not robustly relate to actual driving performance either in terms of judgments about alertness before the drive or ratings of performance after the drive.

B. Behavioural factors influencing alertness

Tobjorn Akerstedt and Pierre Philip

Among the different types of factors influencing sleepiness, behavioural factors are the most common to occur in the general population. Lack of sleep, long working hours and working during time-slots of low alertness, insufficient rest between work periods and excessive work load are among the main factors that can cause fatigue.

1. SLEEP DEPRIVATION

Sleep deprivation is considered to be one of the primary causes of fatigue and sleepiness. Consecutive nights of sleep deprivation -partial or total- lead to what is called a "sleep debt." If an individual's sleep debt becomes too important, he eventually goes to sleep, involuntarily. While it has long been known that total sleep loss can have a devastating impact on driving

performances, recent research has shown that even one night of partial sleep deprivation (where sleep duration is restricted to four hours for instance) can significantly impair driving performance, as assessed by lane drift and the number of line crossings.

In the mid-nineties, French sleep specialists reported that 50% of drivers reduced their sleep duration the night prior to a departure, while 10% didn't sleep at all. Interestingly, sleep reduction was associated with the duration of driving: the longer the trip was, the shorter the sleep episode during the night before departure. In 2002, a study showed that, for drivers having slept less than 5 hours in the past 24 hours, their risk of accidents increased by 2.7 compared to drivers who respect a normal sleep schedule.

A driver's sensitivity to sleep deprivation varies with age. A 2012 study in the United States found that younger male drivers (between the ages of 20 and 25) are more susceptible to the effects of sleep restriction than older male drivers (aged 50 to 75).

Sleep complaints are indeed common during adolescence. Adolescents are physiologically predisposed to developing chronic sleep deprivation because of maturation changes in their circadian and homeostatic regulation systems. This leads to a delay in the timing of sleep and a consequent accumulation of chronic sleep debt. Adolescents' complaints may also reflect lifestyle factors affecting sleep quality. Despite sleep-research data indicating that adolescents require 9 to 10 hours of sleep per night, youths sleep significantly less. Moreover, studies led in 2010 have suggested that even if young people are aware of sleepiness-related risks, they do not correctly perceive sleepiness while driving.

As a consequence, younger drivers are more at risk for sleep-related accidents. According to a 2011 study led by the American Automobile Association's Foundation for Traffic Safety, drivers aged 16-24 are nearly twice as likely to be involved in a drowsy driving crash than drivers aged 40-59. In addition to their high sensitivity to sleep deprivation, young drivers may also accumulate inadequate experience at wheel, a tendency to adopt ineffective strategies against drowsiness, a propensity for enhanced risk-taking behaviours.

2. IRREGULAR WORKING SCHEDULES

About 20% of the working population is engaged in shift work and other irregular working hour arrangements. A number of shift workers suffer from what is known as "Shift Work disorder." The main diagnostic criteria for this disorder are insomnia during daytime, sleep and excessive sleepiness during working hours. The fixed programming of the human body clock is the key reason as to why it can be harder to sleep during the day than at night. External factors such as noise, light, etc. can be other influencing factors. The prevalence of this disorder is estimated to reach 2 to 5% of the general population, which is probably an under-estimate.

Studies led in 2009 have reported that shift workers have a high risk of falling asleep behind the wheel, of near-miss accidents and actual accidents, compared to regular daytime workers. Especially night shift workers, rotating

shift workers and those working extended shifts are at risk. A 1999 study led by the American Automobile Association's Foundation for Traffic Safety found that for night shift workers, the risk of having a sleep related accident was almost six times higher than having a non-sleep related accident. The most extreme findings come from focus group interviews on intensive care nurses working 12h shifts. An alarming 95% reported automobile-related injuries and near-miss accidents that occurred during their commute to and from work.

Major findings on commuting shift workers

- High prevalence of sleepiness and nodding off when driving home after night shifts and rotating shifts
- Struggle to stay awake at work, exhaustion and number of consecutive shifts can predict drowsiness and near-miss accidents after shift-work
- Extended shifts increase the risk of crashes and near-miss accidents
- The risk of falling asleep behind the wheel increases with the number of extended shifts per month
- Long driving distances after shift-work are related to severe sleepiness
- Sleep durations below 6-7 hours are associated with sleep-related crashes

Adapted from Mets M A J et al Shift work and traffic safety, 2010, 80-89 with permission.

3. TASK-RELATED FATIGUE

Most studies concerning driver fatigue -and consequent sleepiness- focus on sleep deprivation or circadian rhythm effects, but require drivers to perform driving tasks during monotonous conditions. This confounds the effects of sleep-related fatigue (SR fatigue) and what is known as task-related fatigue (TR fatigue).

Task-related fatigue is caused by driving itself and by the driver's environment. Experts make a difference between active and passive task-related fatigue. Active fatigue is the most common form of task-related fatigue, occurring when demanding situations accumulate, such as high-density traffic, poor visibility or the need to complete an auxiliary task (i.e. searching for an address) in addition to driving.

Passive fatigue develops when a driver is mainly monitoring an uneventful, predictable, and repetitive driving environment over an extended period of time. While safe handling of a vehicle requires sustained attention, monotony leads to the opposite: arousal levels decline and are replaced by inattention and sleepiness.

According to a French study published in 2010, this type of vigilance impairment has been identified as one of the main contributing factors to road crashes, and is estimated to be involved in 20 to 30% of these crashes. The authors report that the effects of monotony occur in the 40 minutes

following initiation of task. The results show that driving performance impairment increased most during the first 10 to 15 minutes for a range of metrics (heart rate variability, speed and skin conductance for instance), while other were impacted constantly throughout the experiment (lane lateral positioning, steering wheel movement and blink frequency for instance).

4. LENGTH OF TASK AND TIME OF DAY

Long periods of uninterrupted driving have been associated with higher rates of accidents. More precisely, studies have shown that the duration of driving seems to significantly increase the risk of accidents at night and in the early hours of the morning.

5. SITUATIONS COMBINING SEVERAL RISK FACTORS

In most cases, road accidents combine several factors: a lack of sleep, the length of the trip, a monotonous road, driving during the times of day when sleepiness peaks, bad environmental conditions, such as poor visibility and/or use of psycho-active substances or medications. Some sub-populations are more prone than others to accumulate risk factors for daytime sleepiness and are therefore at a higher risk of accidents: professional drivers and youngsters are good examples.

Professional drivers

Because of increasing productivity requirements, professional drivers (drivers of lorries, coaches and company cars) are highly exposed to sleep deprivation, to a modification of their sleep-wake schedule, to long uninterrupted periods of driving and to task-related fatigue and sleepiness. For instance, a 2002 study reported that 12% of truck drivers sleep less than six hours a day and that 17% of them stay awake for more than 16 hours.

A UK study led in 2010 analysed the prevalence of excessive daytime sleepiness and accident rates among bus drivers. The results show that 20% of all bus drivers had an Epworth sleepiness score >10, which represents a significant level of sleepiness. 8% of drivers reported falling asleep at the wheel at least once a month, 7% reported experiencing a sleep-related accident and 18% a near-miss accident due to sleepiness while driving.

The period in the 24-hour when the risk of traffic accidents is at its highest for a truck driver is during times of postprandial drowsiness. It is even greater outside normal working hours and, in particular, at the end of the night.

Young drivers

According to the authors of an Italian study published in 2011, road crashes are considered to be the first cause of death in people aged 10-24 years in developed countries. Indeed, young drivers tend to accumulate several risk factors. First of all, they represent the population most prone to sleep deficiency. A study led in 2010 on about 340 adolescents reported that 19% of the sample complained of bad sleep, 64% complained of daytime sleepiness, and 40% reported sleepiness while driving. Their analyses confirmed the high prevalence of sleep-related complaints among high-school adolescents and

highlighted their independent role on self-reported crash risk. Youngsters also tend to overestimate their driving abilities. Finally, it is common knowledge that they also tend to engage more frequently in certain risky behaviours, such as drunk driving and driving under the influence of cannabis (see E). Studies have indicated that younger age, lack of experience driving and consumption of alcohol and illegal drugs, especially on weekend evenings, are the main risk factors of sleep related traffic crashes.

C. Morbidities affecting alertness

Thomas Penzel, Markku Partinen and Damien Léger

All sleep disorders –whether they generate a lack of sleep, an excess of sleep or bad quality sleep –end up affecting daytime alertness. In 2007, a study led by ASFA (published in December 2009 in the journal Sleep Research) evaluated at the impact of sleep disorders on driving skills. The researchers had 35 000 questionnaires filled out by a population of frequent motorway users in France. Results show that 16.9% of drivers complained of at least one sleep disorder (5.2% obstructive sleep apnoea, 9.3% insomnia, 0.1% narcolepsy and hypersomnia). 8.9% of drivers reported at least one episode per month of sleepiness at the wheel so severe they had to stop driving. The highest risks of accident were found among subjects suffering from narcolepsy and hypersomnia or multiple concomitant sleep disorders.

Different sleep disorders are presented in this section, but other non-sleep-related pathologies can lead to sleep disorders and this also affect sleepiness.

1. SLEEP APNOEA

According to a 2008 epidemiological study, obstructive sleep apnoea is present in approximately 3% to 7% of adult men and 2% to 5% of adult women in the general population, in Europe and in the United States. Disease prevalence is higher in certain subsets of the population, including overweight individuals and the elderly.
Sleep apnoea is characterized by the frequent occurrence of abnormal pauses in breathing during sleep. These pauses may last from ten seconds to one or two minutes. Subjects with severe forms of sleep apnoea have more than 30 apnoea events per hour of sleep, and they can appear up to 90 times an hour.

These pauses frequently generate awakenings, or so called “micro-awakenings,” which lead to non-restorative sleep and eventually to a reduction of attention, alertness and sleepiness during the day, resulting in an increased risk of sleep-related accidents. In 2008, a large US study showed that the risk of being in a car crash is two to five times higher in individuals with sleep apnoea.

Individuals with sleep apnoea are rarely aware of their ailment, due to the sleepiness itself, and symptoms may be present for years or decades before they are identified. The problem is usually brought forward by a bed companion disturbed by the loud snorts or choking sounds that follow each

breathing pause. A test using polysomnography in a sleep laboratory enables to diagnose the disorder. Several studies have shown that treating sleep apnoea by Continuous Positive Air Pressure (CPAP) reduces sleepiness and the risk of motor vehicle collisions.

2. INSOMNIA

Insomnia is the most common sleep disorder affecting millions of people as either a primary or comorbid –secondary to another pathology- condition. Epidemiological studies have shown that it is reported by 20% to 30% of the adult general population.

Insomnia is defined as a difficulty in falling asleep and/or maintaining sleep, occurring at least three times a week for at least one month and resulting in daytime impairment. It is "primary" when no other cause is found for these symptoms. In many cases though, insomnia accompanies another disease, which may be somatic (pain, metabolic disease) or psychiatric, such as anxiety or depression. Insomnia can also be the result of medication side effects or have a toxic origin (alcohol). Whatever the cause, patients with insomnia are affected by persistent difficulty falling asleep, staying asleep or by sleep of poor quality. This debt in restorative sleep inevitably leads to impairments in daytime functioning and to sleepiness, which again have a negative influence behind the wheel.

The 2007 "Sleep in America" poll reported that individuals with insomnia are three to five times more prone to accidents in general, and two and half times more in case of motor vehicle accidents. The connection between insomnia and the risk of road accidents has been well documented.

Finally all types of pathologies leading to sleep restriction or deprivation can, as a consequence, give rise to somnolence and drowsy driving.

3. NARCOLEPSY

Narcolepsy is a rare disease affecting less than 0.01% of the general population. Its main characteristic is excessive daytime sleepiness even after an adequate night sleep. A person with narcolepsy is likely to have unavoidable episodes of sleepiness and to fall asleep several times throughout the day, often in inappropriate times and places. Daytime naps occur with little warning and can become physically irresistible. Patients fall quickly into what appears to be very deep sleep, and wake up suddenly with a strong disorientation feeling. These naps are typically refreshing, but only for a few hours and drowsiness may persist for prolonged periods of time. Another typical feature of narcolepsy is cataplexy, which is characterized by sudden loss of muscle tonus. It is triggered by emotions and can lead to sudden falls. It may also dangerously affect driving.

The authors of "Narcolepsy: A Clinical Guide," published in 2010, report that driving simulator studies and psychological tests have proved that untreated narcolepsy can significantly impair driving performance and lead to an increased risk of car crashes. However, studies in real traffic remain scarce.

D. Effect of psychoactive medications

Joris C. Verster and Diego García-Borreguero

Many psychoactive medications can seriously affect one's ability to drive safely, and are thus the indirect cause of a significant number of road accidents. The drugs concerned can be prescribed medications or drugs bought "over the counter". They include anxiolytics, hypnotics, certain anticonvulsants, most muscle relaxing and anti-allergic drugs and antidepressants.
However, the effects of any drug vary from person to person, and individuals may not always be able to predict whether a particular medication will affect their driving or not. Alternatively, under the influence of certain medication, drivers may not even be aware that their driving is affected until they find themselves in a situation they need to respond to quickly and accurately avoid a crash.
In general, adverse effects of medications are most pronounced during the first weeks after treatment initiation. Thus, physicians, dentists and pharmacists need to tell patients about any risk associated with medication they prescribe or provide. Moreover, if a patient wants to drive a car, prescribers should aim at prescribing a medicinal drug that has shown not to affect driving –if available.

Some countries, like France, have labelled all treatment boxes with logos allowing to understand if the treatment may affect alertness.

1. MINOR TRANQUILIZERS

Minor tranquilizers belong to the benzodiazepines (BZD) chemical family and are most commonly prescribed to relieve stress and anxiety, to help people sleep, or are used as anticonvulsants and muscle relaxants. They are known to slow down the activity of the central nervous system and messages traveling between the brain and the body. BZDs can be categorized as either short-, intermediate- or long-acting.

How BZDs affect patients depends on several aspects, including the dosage but also the patient's age, size, weight and health, and whether the individual is used to taking BZDs. The effects may start to be felt within 15-20 minutes and, depending if they are short-, intermediate- or long-acting, they can last from 2½ to 160 hours. Some of the adverse effects following the administration of BZDs may include drowsiness, reduced alertness, and sleepiness. Given the long duration of action of many BZDs, these adverse effects can also be experienced in the morning, after taking sleep medication at bedtime.

A 2008 study led in the UK showed that the different types of BZDs (short-, intermediate-, long-acting) are associated with different levels of risk. Compared with BZD-free drivers, drivers (aged 25 to 55) taking intermediate or long-acting BZDs showed an increased odd of unsafe driving behaviours. Other studies showed that accident risks are highest after treatment initiation and are lower as tolerance develops when these drugs are used chronically. Several epidemiological studies have also shown that the use of BZDs increases one's chances of having an accident.

A 2011 review of the literature on the link between BZDs and road accident showed that BZD use was associated with a significant increase in responsibility for accidents. The authors found that this association was more pronounced in younger drivers and that the accident risk was markedly increased when drivers were at the same time under the influence of alcohol.

2. ANTIPSYCHOTICS

Antipsychotics –also known as neuroleptics –are primarily used to manage psychosis in schizophrenia and bipolar disorders, but are also increasingly used to manage non-psychotic disorders. For example, one such neuroleptic, called metoclopramide, is used to treat nausea and vomiting.

Antipsychotics are all potentially sedative and can decrease reaction time and thus represent a danger for traffic safety.

In the early 1990s, a UK study analysed the effects of the anti-vertigo anti-psychotic drug prochlorperazine on driving skills. Patients on the drug were compared to normal controls when performing a driving task (to estimate weaving) and two psychomotor tasks (to evaluate reaction time). Their results showed that prochlorperazine impaired driving performance and increased carelessness. Moreover, patients under prochlorperazine had little subjective appreciation of their impairments.

Although driving research on anti-psychotics is scarce, there is consensus that the sedative effects of these drugs are likely to impair driving.

3. ANTIDEPRESSANTS

Tricyclic antidepressants (TCAs), traditionally, have been prescribed for the treatment of depression. Some of the frequent side effects associated with TCAs include blurry vision and cognitive impairment, drowsiness and confusion, which have an evident impact on one's driving abilities. On-the-road driving studies have shown that TCAs significantly impair driving performance and that their use significantly increases the chance of having a traffic accident.

Today, TCAs have been largely replaced by newer antidepressants that typically have more favourable side effect profiles (however, for certain indications, TCAs are still sometimes prescribed). Most of these newer antidepressants belong to the family of Selective Serotonin Reuptake Inhibitors (SSRIs). These drugs generally do not trigger driving impairment when tested in simulators and on-road studies. However, recent epidemiological evidence suggested that despite the seemingly absence of performance impairment in experimental studies, increased risks of having a traffic accident were found for patients using SSRIs.

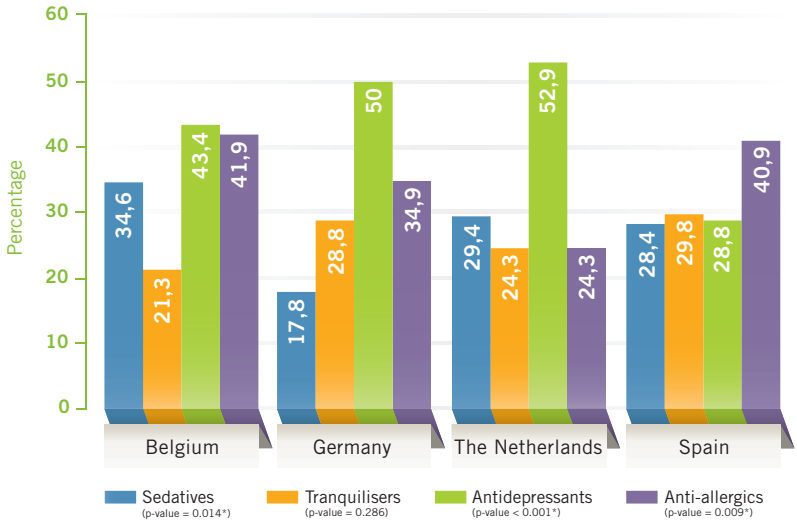
4. ANTIHISTAMINE DRUGS

Anti-allergic drugs (a.k.a. “antihistamines”) are considered relatively safe even for self-treatment, which is why they are often readily available as over-the-counter medication. The most common adverse effect of anti-allergic drugs is drowsiness, especially when using older medications such as diphenhydramine, chlorphenamine and promethazine, which are, in fact, also used to help patients fall asleep. Many driving studies have shown that these drugs impair driving.

For newer versions of anti-histamine drugs, the effects on driving are much less pronounced or even absent. Physicians must therefore prescribe newer and safer anti-allergic drugs to patients who want to drive a car.

As part of the DRUID (DRiving Under the Influence of Drugs, alcohol and medicines) project, a survey was conducted in 4 European countries to assess knowledge and behaviour when driving under the influence of medicines. Pharmacists handed out questionnaires to drivers aged 18-75 years and using any psychotropic drug. Hereunder are the impressive percentages of use of psychotropic drugs.

Use of medicines by respondents per country



Belgium n= 136 Germany n= 146 The Netherlands n= 136 Spain n= 215

Global results of this survey are exposed in Chapter 3 European Initiatives.

Adapted from Monteiro et al, BMC Public Health, 2012, 12:59 with permission.

E. Effects of psychoactive substances

Diego García-Borreguero and Joris C. Verster

The negative impacts of alcohol and illegal drug use on cognitive abilities (which become impaired first) result in a deterioration of attention, memory, logical reasoning and visual perception. Other components of driving performance, such as danger perception, are altered as well. In young drivers, who are the greatest consumers of substances such as alcohol and cannabis, but also the sub-population most prone to sleep restrictions, the deleterious effects add up.
Finally, there is good evidence to suggest that using cannabis and alcohol together, even at low doses, has a worse effect on driving than either cannabis or alcohol used alone.

The availability and use of alcohol and illicit drugs have increased dramatically during the 2nd half of the 20th Century. Alcohol is the most consumed psychoactive substance in the Western world, but illicit substances such as cannabis are also gaining ground since the 1960s. Since the number of vehicles on the road has also increased exponentially, one should expect a considerable increase in driving while intoxicated.
According to the European Commission's Directorate General for Mobility and Transport, Road Safety Unit, 25% of road accidents involve alcohol, medicines or illicit drugs. These accidents are directly responsible for the loss of 10 000 lives due to car crashes in Europe every year.

1. ALCOHOL

Although recent statistics indicate that total alcohol consumption in Europe is decreasing, European citizens are still the highest consumers of alcohol in the world. According to the European Commission's 2006 statistics, total alcohol consumption in the EU amounts to an average of 11 litres of pure alcohol consumed per adult each year. Furthermore, alarming trends are emerging in relation to drunk-driving. Again, the European Commission 2006 statistics report that more than 1 in 4 traffic accident deaths on EU roads is caused by drunk-driving (approximately 10 000 per year), costing about 10 billion Euros a year (in 2003).

Epidemiological data have revealed a relationship between the amount of alcohol consumption and the risk of having a traffic accident. In 2011, researchers led a study across Italy, Belgium, Spain, Bulgaria, Latvia and Poland, in which they evaluated brake reaction time, comparing it to alcohol blood concentrations in over 4500 young adults (aged 16-35) driving to and from recreational sites during weekend evenings. The authors found a significant worsening in reaction time with increasing alcohol intake. The increase in reaction time initiated with blood alcohol levels equal or over 0.5 g/l, corresponding to the legal limit of many European countries for driving after consuming alcohol.

The danger with alcohol is that, after its initial stimulant effects (euphoria, vigor, talkativeness and excitement), very rapidly, as concentrations in the bloodstream increase, stimulation gives way to sedation.

A great number of experimental studies also show that alcohol can impair skills and abilities related to driving. For instance, on-the-road driving studies measuring the weaving of a car during a 100-km motorway driving test in actual traffic showed that driving performance is significantly impaired in drivers with blood alcohol levels ≥0.5 g/l.

2. CANNABIS

After alcohol, cannabis is the most commonly detected psychoactive substance in impaired drivers. A 2008 review on 'drug use, impaired driving and traffic accidents,' led by the European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, revealed that between 0.3% and 7.4% of drivers tested positive for cannabis across seven roadside surveys conducted between 1997 and 2007 in Australia, Denmark, the Netherlands, Norway, the United Kingdom, and the United States.

Cannabis has noticeable effects on skills required to drive safely: alertness, the ability to concentrate, coordination, and the ability to react quickly. According to a 2004 review of the literature, laboratory studies examining the effects of cannabis on driving skills detected impairments in tracking, attention, reaction time, short-term memory, hand-eye coordination, vigilance, time and distance perception, decision-making and concentration. A study led in 2008 also suggested that cannabis impairs tasks of selective attention, time estimation, and executive function. Although most of these studies examined the effects of low doses of cannabis, recent research has suggested that decrements in performance are generally dose-related and typically persist for two to four hours.

Epidemiological studies conducted between 1993 and 2008 also confirm that cannabis use increases the chances of having a traffic accident. A 2004 study on culpability (responsibility) in fatal driving crashes concluded that cannabis users were significantly more culpable than non-cannabis users, and that the likelihood of being responsible for a crash increased with cannabis dosage.

The latest evidence reports that driving under the influence of cannabis appears to increase the risk of motor vehicle crashes by a factor of two to three.

Chapter II

METHODS TO FIGHT SLEEPINESS AT THE WHEEL

A. On the manufacturer side: In-vehicle detection and warning devices

Jim Horne

Driver Vigilance Monitoring', 'Drowsiness Detection Systems', 'Fatigue Monitoring Systems' –all these terms refer to in-vehicle systems designed to monitor driver and/or vehicle behaviour and provide alerts or set up security automatisms if a driver seems impaired.

In this section, we will first present some of the monitoring systems that focus on the vehicle itself, then examples of recent developments in systems monitoring driver behaviour especially.

1. SYSTEMS MONITORING THE VEHICLE

As automation technology has progressed, more and more functions have been added to automobiles to assist drivers in controlling their vehicles. These include: pre-crash systems, advanced automatic collision notification, automotive night vision with pedestrian detection, lane departure systems, vehicle tracking systems, adaptive cruise control, adaptive headlamps, etc. Only those with the potential to detect or minimize the consequences of sleepy driving will be covered here.

•••

Autonomous cruise control

Autonomous cruise control (ACC) is an optional cruise system based on information detected by on-board sensors. These sensors, either radar or laser-based, inform the vehicle to slow down when approaching another vehicle ahead, and to accelerate again to a pre-set speed when traffic allows. Single radar systems are the most common.
Many luxury, mid- size and small cars in Europe are now fitted with an adaptive cruise control (ACC) system. ACC technology is widely regarded as a key component of any future generations of so-called intelligent cars.

Pre-crash systems

Pre-crash systems are designed to reduce the severity of accidents. Also known as forward collision warning systems, they use radar and sometimes laser sensors to detect an imminent crash. Depending on the system, they may warn the driver, pre-charge the brakes, inflate seats for extra support, move the passenger seat, position head rests to avoid whip lash, tension seat belts and automatically apply partial or full braking to minimize impact. This type of system has been sold on some EU vehicles since 1999.

An example is the Pr-Sense Plus system introduced in 2010, which works in four phases. In the first phase, the system provides warning of impending accident, while the hazard warning lights are activated, the side windows and sunroof close, front seat belts are tensioned. In the second phase occurs light braking, strong enough to catch the driver's attention. The third phase initiates autonomous partial braking at a rate of 3 m/s^2. The fourth phase decelerates the car at 5 m/s^2 followed by automatic deceleration at full braking power, roughly half a second before the projected impact. Many common brands offer such option.

Lane departure warning systems

A lane departure warning system is a mechanism designed to warn a driver when the vehicle begins to move out of its lane on freeways and arterial roads. The first lane departure warning system introduced in Europe was developed in 2000, and is now available on most trucks sold in Europe. Since then, most brands have designed their own system.
These systems are designed to minimize accidents by addressing the main causes of collisions: driver error, distractions and drowsiness. For instance, in the Lane Keep Assist System launched in 2003, a camera, mounted at the top of the windshield just above the rear-view mirror, scans the road ahead in a 40-degree radius, picking up the dotted white lines used to divide lane boundaries on the motorway. The computer recognizes that the driver is "locked into" a particular lane, monitors how sharp a curve is and uses factors such as vehicle speed to calculate the steering input required. However, absence of lane markings and/or bad weather impairs their performance.

There are two main types of systems: systems that warn the driver (lane departure warning) if the vehicle is leaving its lane (visual, audible, and/or vibration warnings), and systems that warn the driver and, if no action is taken, automatically take steps to ensure the vehicle stays in its lane (lane keeping system).

In 2009, the United States National Highway Traffic Safety Administration began studying whether to make frontal collision warning systems and lane departure warning systems mandatory.

Intelligent cars for the future

Engineers are working to design vehicles that can rely completely on automation, called robotic or autonomous. Autonomous vehicles would be capable of sensing their environment and navigating on their own to minimize the consequences of sleepy driving. The driver could choose a destination, but would not be required to perform any mechanical operation on the vehicle.

A method to automate cars without having to modifying them as much as in the case of robotic cars is the Automated Highway Systems (AHS), which aims to construct lanes on motorways that would be equipped with, for example, magnets to guide vehicles. Motorway computers would manage traffic and direct cars to avoid crashes without driver intervention.

In 2006, the European Commission established a smart car development program called the Intelligent Car Flagship Initiative.

2. DRIVERS' SLEEPINESS DETECTION-BASED SYSTEMS

In this section some of the existing in-vehicle systems that attempt to monitor driver-behaviour directly, such as eye movement, facial feature movement, brain waves (using electroencephalography recordings, a.k.a. EEG) and steering wheel grip will be presented.

Camera-based systems

Camera-based systems are most established in the detection of sleepiness and are used in several applications. As described in the previous chapter, cameras can be used to detect eyelid movements, but also pupil size changes. The speed of eyelid movements depends much on the person's alertness and can be used for vigilance classification.

New processing algorithms are trying to improve recognition of pupil size changes as the driver becomes drowsy. It is also possible to monitor the direction of drivers' gaze and, this way, establish whether drivers actually see what is happening in front of the car or whether they are distracted.

EEG (Electroencephalography)

The best-established technique to detect sleepiness is based on recording brain activity from an EEG, similar to that in a sleep laboratory experiment. EEG recordings are captured using one or several electrodes that detect local vigilance changes. The recorded EEG signal is analysed for changes indicative of sleepiness (which it distinguishes from those indicative of distraction). However, to date, such a system is impractical as drivers are restricted and the complex electrode system may cause discomfort. Another obstacle is that other in-vehicle electronics can interfere with these EEG signals.

Capacitive Foils

Driver behaviour can also be monitored using "capacitive foils" located in the roof of cars. These foils detect head position and movements. This technique can help identify sleepy drivers when their heads drop due to sleepiness or when head movements become irregular.
However, this method is new and needs further evaluation. For example, depending on the angle of the driver's seat, head dropping does not always accompany drowsiness.

Steering wheel grip and other driving inputs

In 2009, a system called Attention Assist was developed, which attempts to monitor drivers' fatigue level and drowsiness based on their driving inputs. It monitors speed, longitudinal and lateral accelerations, pressure and movements on the steering wheel and accelerator pedal. It issues a visual and audible alarm to alert drivers if they are too drowsy to continue driving safely. However, wheel grip has yet to be shown to be a valid index of sleepiness, and the effectiveness of this system has yet to be established.

3. ADVANCED INTEGRATED SYSTEMS

More sophisticated, integrated, remote sensing systems present a more intelligent and obvious approach to detecting driver drowsiness. For example, they incorporate lane drifting with the detection of monotonous road conditions liable to promote sleepiness, coupled with the time of day when a driver is more likely to be sleepy (the circadian "body clock"), together with some driver input as to whether they have had adequate sleep during the previous 24 hours. An example of this is the Advisory System for Tired Drivers (ASTiD).

Another example is the Coyote Sleepiness Prevention tool. Created in France in 2005, Coyote is a geolocation information solution which makes it possible to share real-time, among a community of about 1.9 million users, any changes in traffic information. Coyote is based on a participative system that relies on the contribution of individual users for the benefit of all. Equipped with GPS, GPRS and GSM technologies, the system is in constant communication with a central server, which transmits the relevant information to user. One recently added application to the Coyote system is its "sleepiness prevention" tool. Based on four parameters -variations in speed, in direction, departure hour and length of trip- the system interrogates the driver on his or her physical state. Depending on the response, the Coyote system can suggest the need to take a pause. This portable device is now available in several countries around Europe.

Although encouraging, the safety and reliability of these devices has yet to be fully established and, currently, drivers should not depend entirely on these devices to tell them when not to drive –they should rely on their own insight, especially as drivers do not spontaneously fall asleep at the wheel. There is invariably a feeling of increased sleepiness beforehand when drivers consciously attempt to stay awake (e.g. opening the window, turning up the radio, etc).
It is a very important aspect to emphasize since, in the case of accidents

linked to sleepiness at the wheel, studies have revealed that drivers tend not to accept responsibility for the consequences of driving while sleepy, even when the consequences are severe. However, a driver is the prime responsible for his or her state of alertness while driving, and cannot relegate this responsibility to any driving-assistance device.

B. Measures focusing on road infrastructure

Jim Horne

Improving road infrastructures is one of the many ways to increase traffic safety. Here are some examples of approaches that help fight against sleepiness at the wheel.

1. RUMBLE STRIPS

Longitudinal rumble strips are milled or raised elements on the pavement that cause vibration and sound, serving to warn inattentive drivers that their vehicles have left the travel lane. They are also known as sleeper lines.

In France, since 2012, highways are mandatorily equipped with rumble strips on the outside edge of the road to prevent sleepy drivers from drifting off into the emergency lane. These systems are usually made up of so-called "raised" strips (with protruding pavement markers), but the use of "milled" strips (strips milled directly into the asphalt or concrete pavement) is also being studied. Indeed, milled rumble designs have been shown to be more effective at producing both noise and vibrations and are credited with higher crash reduction factors. According to preliminary results, lorries tend to drift off the road twice as less often when strips are milled compared to raised.

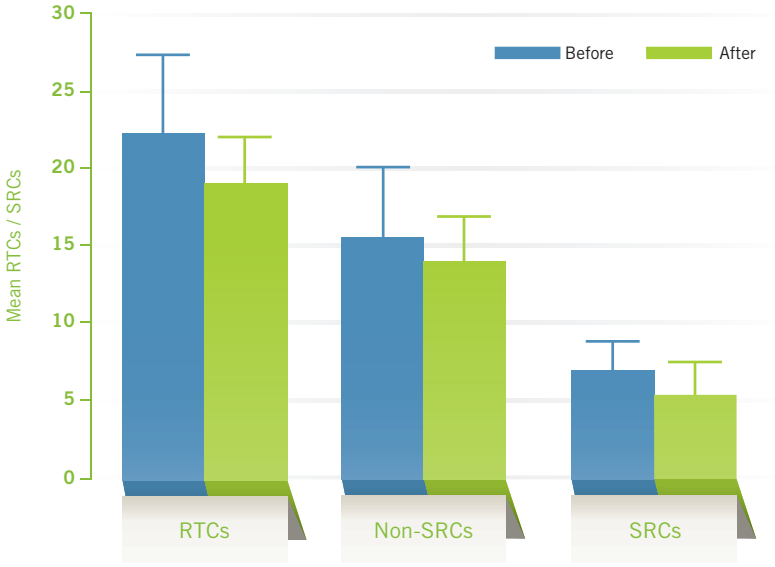
According to statistics released recently by the US Federal Highway Administration, centre line rumble strips on rural two-lane roads can reduce head injury on fatal crashes by 44%. On urban two-lane roads, they can reduce head injury on fatal crashes by 64%.
According to a 2010 report collecting testimonies, rumble strips are responsible for waking up 64% of those drivers who had fallen asleep at the wheel. In a 2012 field study evaluating the effectiveness of rumble strips on lateral position, these also had a significant effect on driving, with drivers tending to drive closer to the centre of the lane when rumble strips were present.
Since driver errors occur on all types of roadway systems, rumble strips are most effective when deployed in a systemic manner, and can be incorporated on many kilometers of road but more cost-efficacy studies have to be launched before.

2. THE PRESENCE OF RESTING AREAS

In 2009, a study indicated that the number of both fatigue and non-fatigue collisions decreased significantly on motorway sections containing resting areas. More specifically, the authors showed that the number of collisions due to fatigue significantly decreased over 16 km sections following each

rest area of a major motorway, as shown in the following figure. Beyond this distance, the number of fatigue related accidents increased again. Non-fatigue collisions were reduced to a lesser extent and the reduction was not significant. Again, such findings prove the utility of including rest areas on motorways and the necessity to increase their number.

Road traffic collisions before and after rest areas in the UK



Means (s.d. error bars) of all road traffic collisions (RTCs) and road traffic collisions sub-divided into non-sleep-related collisions (non-SRCs) and sleep-related collisions (SRCs) in 16 km sections before and after the 14 motorway service areas.

Adapted from Reyner L A et al, Accident Analysis and Prevention, 2010, 42, 1416-18 with permission.

C. Behavioural approaches to fighting sleepiness

Pierre Philip and Jim Horne

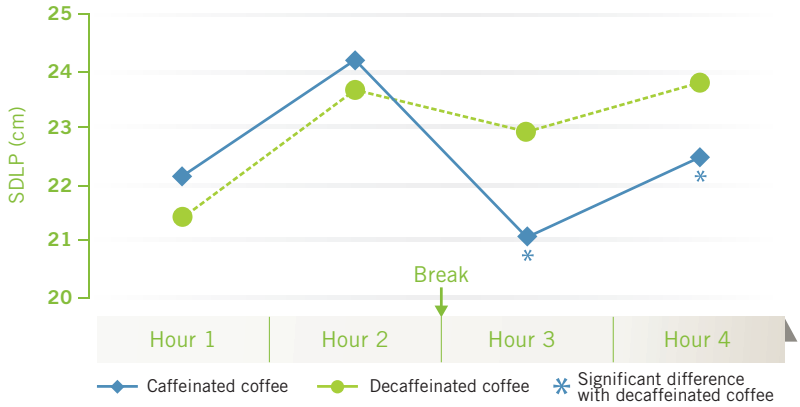
When it comes to driving on monotonous roads, sleep-related accidents are more likely to occur at certain times of the day, when the body clock reaches its daily trough and when sleepiness is at its greatest –as described in chapter 1 (page 23). These intervals extend between midnight and 6 am and, to a lesser extent, in the early afternoon. During the early morning period, for instance, it is said that around half of the accidents that occur on major European motorways are caused by driver sleepiness.

Although current public campaigns recommend that individuals take a break from driving for at least 15 minutes every two hours, drivers contemplating long journeys should be particularly aware of the possibility of impaired driving during these periods and may need to take more frequent breaks, especially during the early morning hours.

Research has shown that drinking a cup of coffee or another caffeinated drink,

and having this immediately before a 15-minute nap or 'doze', is a very effective way for drivers to overcome sleepiness in a short period of time. Indeed, as caffeine takes about 20 minutes to 'kick in,' this leaves right about the time for the driver to take a power nap, thereby benefiting from both techniques. This is depicted in the following figure. The Standard Deviation of Lateral Position (SDLP) is significantly lower 1 and 2 hours after the break in the group taking caffeinated coffee when compared with the group taking decaffeinated coffee.

Effect of caffeinated coffee consumption on driving performance compared with decaffeinated coffee



No significant differences were observed in Standard Deviation of Lateral Position (SDLP) before the break compared to decaffeinated coffee. However, both in the first and second hours after the break, caffeinated coffee significantly decreased SDLP.
n =24 non- sleep deprived healthy volunteers.

Adapted from Mets M A J et al, Psychopharmacology, 2012 with permission.

'Energy drinks' that lack caffeine are not effective. Although the ingestion of drinks containing high amounts of sugar can lead to a transient feeling of alertness in sleepy drivers, it is soon followed by increased sleepiness.

In addition, drivers should:
- Get plenty of sleep (at least 7 hours) the night prior to a long trip
- Plan their journeys taking sleepiness into consideration
- They shouldn't work all day and then drive all night
- They should consider sharing the task of driving if possible when the journey is long

A recent study has shown that while most drivers acknowledge their increased risk of being involved in a crash when they are drowsy, very few actually take the appropriate precautions to prevent or combat sleepiness. The authors of this Internet-based survey undertaken in Norway reported that 73% of drivers said they continued to drive despite feeling sleepy. While they acknowledged that stopping for a quick nap is an effective countermeasure, they were more likely to resort to less effective methods, such as stopping to eat or drink, or winding down their window for cold air (see the following table).

These findings confirm previous studies reporting that drivers frequently fail to follow recommended countermeasures, as demonstrated in the following table. This is especially true for young male drivers, who are particularly likely to overestimate their capability to drive while sleepy. Also included are those highly motivated drivers who continue to drive while ignoring their own subjective feelings of sleepiness in order to get to their destination 'as quickly as possible', and others who are 'close to home'. The latter reason is of major concern since fatigue-related crashes commonly occur close to destination. Moreover, drivers tend not to accept responsibility for the consequences of driving while sleepy, even when the consequences are severe.

These findings demonstrate the increasing need to focus education and countermeasure efforts on motivating drivers to adopt safer driving strategies.

Self-reported perception of effectiveness and practical use of fatigue countermeasures (score 1- 10)

COUNTERMEASURE	MEAN EFFECTIVENESS	MEAN USE
Stop and sleep somewhere	9.47 (1.60)	5.78 (3.74)
Swap drivers	9.16 (1.80)	6.82 (3.45)
Stop and have a quick nap	8.18 (2.63)	4.04 (3.58)
Stop to eat and drink	7.84 (2.24)	6.73 (3.00)
Stop and get out of car	7.50 (2.55)	5.30 (3.49)
Have a caffeinated drink	5.74 (4.02)	4.16 (3.19)
Wind down window	5.12 (2.85)	4.68 (3.19)
Turn on fan or AC	4.73 (2.98)	4.53 (3.30)
Splash water on face	4.62 (2.85)	3.32 (2.97)
Drink water	4.56 (2.79)	4.56 (3.17)
Put on loud music	4.30 (2.76)	3.90 (3.23)
Drink an energy drink	3.79 (2.64)	2.53 (2.59)
Eat sweets or mints	3.75 (2.60)	3.28 (2.79)
Drive slower	3.29 (2.81)	2.75 (2.65)
Take a caffeine medication	3.25 (2.79)	1.29 (1.33)
Take an alertness medication	3.09 (2.71)	1.78 (1.03)
Drive faster	1.73 (1.54)	1.57 (1.64)
Increase the heat	1.34 (0.97)	1.20 (0.88)

N=305 Studied population consists of members of the Royal Automobile Club of Queensland (RACQ) randomly selected from the RACQ membership database.

In the first column, "Mean effectiveness" represents what subjects consider as the most appropriate way to fight sleepiness while the second column "Mean use" represents what they are practically doing in case of sleepiness. Figures in brackets (SD) are the Standard Deviation.

Adapted with permission by ARRB Group. Armstrong, K, Obst, P, Banks, T, & Smith, S 2010, "Managing driver fatigue: education or motivation? ", Road and Transport Research, vol: 19, no: 3, pp. 14-20.

D. Measures focusing on employers

Damien Léger

A 2010 study found that the likelihood of a driver stopping his vehicle for a nap increases with age. The authors suggest that employment responsibilities may have a partial contribution to this finding. It is possible that older drivers who are retired feel less time pressure, and are thus more responsive than young professionals to countermeasures that are appropriate to their lifestyle, such as stopping to rest during a long drive. For younger drivers who feel more time-pressured and more risk-taking, other approaches need to be carried out. One of these strategies includes targeting employers.

This approach is particularly important in the case of commercial drivers. A laboratory study conducted in 2010 aimed to determine the recuperative effectiveness, in the USA, of the current 34-hour restart provision in the hours of service regulations governing freight carrying commercial motor vehicle drivers. The key finding was that this provision was sufficiently effective to maintain optimal performance in subjects on a daytime work schedule. However, it proved insufficient—and perhaps even detrimental – to maintain performance in subjects on a night-time work schedule. Indeed, the 34-hour restart provision does not take into account the circadian aspect of sleep/wake/work scheduling. Hours of driving regulations in both Europe and the USA could be improved by taking circadian timing into account.

Chapter III
IMPLEMENTATION

A. Legal aspects

Markku Partinen and Jim Horne

1. DETERMINING LIMITATIONS TO MOTOR VEHICLE USAGE IN CASE OF PATHOLOGIES THAT CAN INDUCE SLEEPINESS

In addition to technical and civic knowledge, drivers must also present the medical capacity to drive. Some disorders represent limits to obtaining or maintaining a driver's license, because of the excessive daytime sleepiness they can induce. These pathologies may be organic, psychiatric, or linked to age. However, various medical problems are overlooked by patients themselves, with a majority of them continuing to drive. This represents a major concern.

The role of physicians

Physicians have a crucial role in evaluating patients ability to drive and to alert them of their heightened risk. They are legally due to inform their patients that their disease represents a potential threat for their own security and that of others on the road. When a severe accident occurs, physicians may encounter legal consequences if there is no proof that the physician has in fact informed his or her patient (the driver) on the potential dangers. In reality, though, physicians have been rarely sued in such cases.

Most health care practitioners have little or no training in medico-legal issues, even though they may well be advising their patients on these issues. This has been described in a 2001 study, showing that practitioners may be in a conflict situation where they suspect individuals are driving against their advice. In the United States, many, but not all, states allow the practitioner to report such situations to driving authorities, and with immunity, to ensure public safety, specifically when reported in good faith. Practitioners can remind drivers that they are not immune from civil and possibly criminal prosecution if illegal driving continues. Additionally, it is important to inform the patient that vehicle insurance may not apply if it is determined that the person is driving illegally.

Thus physicians would be well-served by understanding applicable driving laws and factors that affect driving, clearly documenting telephone conversations and consultations when driving is discussed, and periodically revisiting the topic to maximize safety. Often, when the facts are explained, the patient generally follows a prudent course of action. Framing the discussion on a personal level and reminding the individual of the consequences of causing injury or death to another driver, bystander, passenger, or to themselves often helps the patient to arrive at an appropriate decision.

Furthermore, establishing fair and accurate performance criteria to predict ability to drive in patients with various conditions may reduce the risk of motor vehicle crashes and protect others from arbitrary and possibly unfair licensing revocation. Although a clinician is likely able to identify obviously impaired drivers, it is often difficult for physicians to evaluate each case objectively. When should driving be curtailed? A clinician's assessment alone may not be accurate enough to evaluate driving skills in drivers marginally affected by a disorder or a treatment.

2. DETECTING AND SANCTIONING SLEEPY DRIVERS

If there were a reliable device capable of detecting the "true" level of fatigue/sleepiness, legislators would probably make fatigued driving a criminal offence, like drunk-driving. But without the availability of such a detector, how can fatigued drivers be identified and sanctioned appropriately?

One of the approaches that has been put in place consists of courts using data collected and analysed by multidisciplinary investigation teams that assess the cause of any fatal accident. These teams consist of a police officer, an engineer, a traffic engineer, and a physician.
Alerted immediately after the crash, the team arrives at the scene to collect all available information: they interview survivors and eyewitnesses, carry out alcohol and drug tests, analyse vehicle positions, road geometry and signs. The experts perform a primary reconstruction of the accident on the spot, then after their own individualized investigation, meet to exchange their opinions about the possible causes of the accident. They produce a final statement in the form of an explicit decision as to the primary cause, called "the key event" (such as falling asleep). The team also lists the risk factors that contributed to the accident (fatigue, for example).
If we take the case of Finland, for instance, the first permanent team was established in 1968, and since the early 1970s every road accident involving one or more fatalities has been studied in depth by one of the multidisciplinary

investigation teams stationed across Finland. Between 1991 and 2001 they studied 2,980 fatal accidents in depth, and in only ten of these cases the key event remained undecided. In 8% of cases the driver had fallen asleep, among which only 23% had survived.

3. THE CASE OF COMMERCIAL DRIVERS

European legislation has imposed regulations (EU 3820/85 and 3821/85) on the trucking industry to improve driver safety. These regulations limit the amount of time truckers are allowed to drive to a maximum of 9 hours per day, with the possibility of driving 10 hours per day during two days a week. Furthermore, they can be at work, including non-driving (eg loading their vehicle) for another 4 hours, wich sums up to 13 hours in total (per 24 hours). Within the 9 hour driving rule, they can drive for up to 4.5 hours straight, prior to having a statutory break of 45 minutes minimum. There is no consideration of the 24h circadian body clock, here. Clearly a driver with an undiagnosed sleep disorder will be particularly vulnerable under these circumstances. After six consecutive working days, drivers are mandated to take a weekly rest period break of at least 45 consecutive hours. This legislation may not be enough, since sleep loss is cumulative and EU law cannot influence sleep behaviour during weekends.

In 2008, the European Transport Safety Council (ETSC) argued that the current European regulations are not effective enough in delivering safety benefits. For example, inasmuch that EU regulations allow a work span up to 13 hours in a day, the crash risk doubles after 11 hours of work. The ETSC concluded that working and driving should be combined more effectively. It is essential to reduce permissible driving time to an extent that will bring total working time within acceptable limits.

B. European initiatives

Damien Léger, Claudio Bassetti and Marta Gonçalves

Public information campaigns may raise awareness about the problem of driver sleepiness and effective countermeasures. Possible campaign themes may include:

- Acknowledgement of the main causes of sleepiness at the wheel
- Educating the community on minimum sleep requirements and fatigue/sleepiness warning signs
- Encouraging drivers to consider fatigue/sleepiness-related driving risk as a personal responsibility
- Targeting specific populations (such as driving schools, university students, sleep disorder clinics, truck driver associations) with direct education
- Challenging existing incorrect beliefs about personal ability to cope with fatigue and sleepiness
- Driving when sleepy is a risk equal to driving drunk
- Tactical use of driver rotation, caffeine, napping
- Awareness of the riskier hours for sleepiness

At the moment, evaluations of campaign efficacy on behaviour and crashes are rare. In general, it is acknowledged that road safety campaigns, by themselves, only have a modest impact on attitudes and behaviour but no significant impact on crashes. Campaigns work best when combined with other interventions, such as enforcement of traffic laws and regulations, or provision of other safety services and products.

A possible reason is that driving while sleepy is not punishable by law for private drivers. It is therefore difficult if not impossible, at least where private drivers are concerned, to link public campaign themes with enforcement or legal consequences. For professional drivers, the case is different since legislations exist concerning work and rest hours.
Nonetheless, sleepiness and fatigue awareness campaigns have been deployed in the USA, in Australia, New Zealand, and in Europe.

1. EUROPEAN UNION ORIENTATIONS ON ROAD SAFETY

Recent European Union initiatives

In 2010, the European Commission issued a Communication entitled "Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020." It underlines seven strategic objectives regarding education, enforcement, road infrastructures, safer vehicles, emergency and first-aid services, development of intelligent vehicles and vulnerable road users.

The European Parliament stressed that more practical measures should be implemented. It thus proposed a series of actions, 3 of which are related to fatigue/ sleepiness:

- When educating novice drivers, tiredness should be acknowledged as a serious road-crash risk factor, just as speed or alcohol-consumption are.
- The usefulness of installing warning systems against fatigue should be assessed and, if appropriate, made compulsory.
- Special measures should be implemented to ensure that the requirements imposed on commercial vehicles are up to date concerning technological evolution, especially regarding sleepiness - and distraction-warning devices.

In 2012, in the context of the European Driving License Directive, a group of experts was established with the aim of identifying and defining specific actions to implement, in regards to driving ability and sleep apnoea (specific limitations, specific training targets, actions led by doctors etc.)

The DRUID project

In 2007, in the context of an increasing concern about the role medication can play in car crashes, a study co-financed by the European Commission was led across four European countries –Belgium, Germany, Spain and The Netherlands –to define what characteristics can help predict a certain level of risk-knowledge among individuals using driver-impairing medications -benzodiazepines, sedative antidepressants and first-generation anti-histamines, a.k.a. anti-allergics.

This study was part of the European DRUID project (Driving Under the Influence of Drugs, alcohol and medicines). The findings show that patient knowledge regarding the risks associated with driving under the influence of such medications was stronger among younger, higher-educated individuals compared to the rest of the adult population. They also showed that information provided to patients generally did not influence behaviours. Those most inclined to change their driving behaviour were the individuals having experienced negative side effects of these drugs in the past, and who thus already had a bad conception of driving under the influence of medication.

2. NATIONAL CAMPAIGNS IN EUROPEAN UNION COUNTRIES

In 2008, following the guidelines of the CAST research project (European Commission co financed, DG-MOVE), sleepiness road safety campaigns were set up in two countries: Greece and Belgium. Other countries that conducted national campaigns include France and Portugal.

The Belgian Pitstop campaign

The Belgian "Pitstop" campaign targeted young drivers between 18 and 25 years of age through radio spots, an internet website, small posters, brochures and the distribution of gadgets. It ran during four weeks, its principle aim being to install the knowledge that there is only one effective solution: a 15 minute "powernap" to fight sleepiness at the wheel.
The outcome evaluation of the campaign published the following year reports an increase in the knowledge that a powernap is the best solution against driver sleepiness, especially in the target audience but also in other age groups. Slight decreases were noted in the percentages of youngsters who believed that drinking coffee, opening a window, turning on the radio or talking to passengers are the best solutions against driver sleepiness. After the campaign, youngsters ranked the powernap as best solution to fight sleepiness, while they indicated "opening the windows" as the best solution prior to the campaign.
The campaign was not able to challenge the belief that getting home as soon as possible is most important, which remained especially present in the 18-25 years old targeted audience.
There was a slight increase in personal risk apprehension in the 18-25 years old targeted audience after the campaign; however, there was an increase in the percentage of youngsters who indicated to drive better than the others, even when sleepy.
In terms of behavioural intentions, the percentage of those in the target audience who intended to take a powernap had increased after the campaign, whereas the intentions for taking a short pause to stretch their legs, and opening the window, turning on the radio or talking to passengers had decreased.

However, the authors noted that: "The observed differences were not significant for most of the outcome results. All factors changed in the good direction but a repetition of the campaign is necessary to strengthen these effects".

The Greek "Eyes on the road" campaign

The "Eyes on the road" campaign was the first sleepiness road safety campaign conducted in Greece. It chose professional drivers as the primary target group and non-professional drivers as the secondary target group. The campaign ran during two months, the main media channels being TV and radio spots, campaign leaflets and the Internet.
The aim here was to make drivers understand that sleepiness does affect them, whomever they are, and to make them start identifying the signs of sleepiness during their daily driving. On posters, radio and TV spots, the slogan was "Sleep, but not at the wheel". Drivers were then offered a proposal: to rest before they drive, to stop at a safe resting area and take a powernap if they feel sleepy. On leaflets, reasons that cause sleepiness were clearly stated, but also the way sleepiness is detected and countermeasures to sleepiness.
The outcome evaluation published the following year didn't show a great increase in drivers' knowledge (knowledge of the causes of driving fatigue, knowledge of the effects of driving fatigue, knowledge that the most effective solutions to driving fatigue are to stop and rest or to plan the trip). However, these percentages were already at very high levels before the campaign implementation. Overall, the campaign seemed successful in that there was a significant increase in the number of drivers who stated they would begin stopping and resting when feeling tired, or that they would start better planning for their trips. According to the authors: "the dissemination of the results of the campaign would be a fruitful approach for the next campaigns that will be conducted. There is a large need for comparing these results with those of other (similar) campaigns to improve the design of future campaigns".

France: INSV poll on "Coping with sleepiness at the wheel" 2011

Each year, the French Institut of Sleep and Vigilance (INSV) - a French non-profit public health association -organizes a National Sleep Day to educate the public about the risks associated with lack of sleep or bad quality sleep. In 2011, the theme of this event was "sleepiness" and a national poll enquired on adult knowledge regarding sleepiness at the wheel. Across a representative sample of 1012 French adults, 3% reported they had fallen asleep at the wheel at least once in the past 12 months. 12% said they were forced to stop driving because of sleepiness at the wheel at least once in the last 12 months. Interviewed on "what are the best means to cope with sleepiness at the wheel?" 49% of sources answered "to stop driving", 27% "to stop driving and take a nap", 22% "to listen to the radio or to music". Only 8% responded "to keep on driving" and 6% "to open the window."

Portuguese campaign "Driving sleepy can kill"

In 2011, the "Driving sleepy can kill" campaign was the first sleepiness at the wheel campaign conducted in Portugal. The aim of this campaign was to increase awareness about the risks of driving sleepy and ways to prevent it.
Especially dedicated to young drivers, it lasted for one week with several different approaches including a TV spot in partnership with a public television station, a radio spot in partnership with a public radio station and an educational brochure about Sleepiness at the Wheel which was handed out at gas stations along the main motorways.

This campaign was presented in a media workshop presided by the Secretary of the Portuguese Ministry of Internal Affairs with the support of the National Road Safety Authority (ANSR), Ministry of Internal Affairs, the Portuguese Automobile Club (ACP) and others.
A sleep study "Sleepiness in motor-vehicle accidents in Portuguese drivers" was performed at the same time. This study was meant to determine the role of sleepiness in motor-vehicle accidents in a representative sample of drivers and the most common strategies drivers use to counteract sleepiness. The results were presented on World Sleep Day throughout the media.

3. GOING FORWARD

An on-going European project testing the efficacy of various intelligent in-vehicle systems to detect sleepiness at the wheel is the EUROFOT project or European Field Operational Test on Active Safety Systems. Another project, entitled TELEFOT, is testing the efficacy of road information on drivers. Finally, another interesting project entitled INTERACTION, is studying the interaction between drivers and in-vehicle technologies: why, when and how drivers use such in-vehicle technologies. However, none of these projects are investigating vigilance at the wheel per se.

Here are two projects that focus on this aspect, and that were financed in the context of the European Commission's Seventh Framework Programme.

The PROLOGUE project

The PROLOGUE project (for "PROmoting real Life Observations for Gaining Understanding of road user behaviour in Europe") aims to contribute to reducing the number of road casualties by developing and testing what is known as "the naturalistic driving observation methodology". This approach uses advanced in-vehicle technology to non- obtrusively record driver behaviour during ordinary driving conditions. Many parameters can be studied, such as road safety, driver adaptation to the environment, traffic management but also distraction, inattention and sleepiness. The PROLOGUE project is investigating the feasibility and value of this method across several European countries –Germany, Greece, Norway, Spain, the Netherlands, the UK- and provides safety recommendations.

The ITERATE project

Recently, many driver-support-and-information systems have been designed to improve vehicle safety and performance. These systems have enabled to solve crucial issues from a technical point of view but their influence on driver behaviour remains practically unknown and should be fully investigated, as well as their global impact on traffic safety.
The objective of the European ITERATE project (Information Technology for Error Remediation And Trapping Emergencies) is to develop and validate a unified model to evaluate driver behaviour and performance (errors, reaction time, etc.) -especially how drivers perceive, adapt, make choices and respond to different road and traffic situations. The ITERATE project involves five countries: France, Israel, Italy, Sweden and the UK.

AUTHORS' PROPOSALS

The authors' proposals can be organized according to 4 sections

CAMPAIGNS/COMMUNICATION

- European campaigns for the general public.
- Educational campaigns focusing on at-risk populations such as adolescents, professional drivers and shift workers.
- Display of information on highways, especially during the most dangerous driving hours (e.g. afternoon, early morning hours), but also broadcasted on radio stations focusing on traffic information.
- Information leaflets distributed to patients in sleep centres, especially to patients with suspected sleep apnoea and insomnia.

TRAINING

- Training of (future) drivers in driving school on sleepiness at the wheel, through instructors.
- Training of law enforcement officials to take better account of sleepiness inside accident reports.
- In case of psychoactive drug use, information must be clearly provided by the physician on whether or not it is safe to drive. If sleepiness is a common adverse effect of the drug, patients must think of asking for alternative medication that does not impair driving.
- Prevention: Self-detection of sleep disorders, for instance if sleepiness is present regularly.

LEGAL ASPECTS

- Work on European legislation concerning drivers who suffer from diagnosed and acknowledged sleep disorders but are still not following an adapted treatment, to cancel or at least lower their insurance protection in case of sleepiness-related accidents.
- Forbid driving under psycho-active substance use.
- Generalization of rest areas on European road networks
- Detection and management of sleepiness among professional drivers, especially lorry-drivers.

NEW DIRECTIONS

- Improved detection of sleepiness.
- Better knowledge of determinants of dangerous behavior.
- Improvement of countermeasures, especially vehicle alert systems that notify drivers when they are becoming sleepy and suggest a break in driving.

BIBLIOGRAPHY

For more details, please refer to the following references

ABOUT CHAPTER 1

AAA Foundation for Traffic Safety, "Asleep at the Wheel: The Prevalence and Impact of Drowsy Driving", November 2010.

Sagaspe P. et al., "Sleepiness, near-misses and driving accidents among a representative population of French drivers," *J Sleep Res*, 2010 Dec;19(4):578-84.

Larue GS. et al., "Driving performance on monotonous roads," *Accid Anal Prev.*, 2011 Nov;43(6):2037-46. Epub 2011 Jun 28.

Pizza F. et al., "Sleep Quality and Motor Vehicle Crashes in Adolescents," *J Clin. Sleep Med*, 2010;6(1):41-45.

Siliquini R. et al., "Correlation between driving-related skill and alcohol use in young-adults from six European countries: the TEN-D by Night Project," *BMC Public Health* 2011, 11:526.

Dassanayake T. et al., "Effects of benzodiazepines, antidepressants and opioids on driving: a systematic review and meta-analysis of epidemiological and experimental evidence." *Drug Saf.*, 2011 Feb 1;34(2):125-56.

ABOUT CHAPTER 2

Reyner LA. et al., "Effectiveness of UK motorway services areas in reducing sleep-related and other collisions," *Anal Prev*, 2010 Jul;42(4):1416-8. Epub 2010 Mar 17.

Mets MA. et al., "Effects of coffee on driving performance during prolonged simulated motorway driving," *Psychopharmacology*, 2012 Feb 8.

Larue G. et al., "Forecasting negative effects of monotony and sensation seeking on performance during a vigilance task," *Journal of the Australasian College of Road Safety*, 21(4), pp. 42-48.

Banerjee I. et al., "Rest Areas -Reducing Accidents Involving Driver Fatigue," *UC Berkeley Traffic Safety Centre*, May 2009.

Liu AM. et al., "Modelling Differences in Behaviour Within and Between Drivers," *Human Modelling in Assisted Transportation*, 2011, Part 1, 15-22.

ABOUT CHAPTER 3

Drazkowski JF et al., "Driving and neurologic disorders," *Neurology*, 2011 Feb 15;76(7 Suppl 2):S44-9.

Radun I., "Fatigued driving: prevalence, risk factors and groups, and the law," Department of Psychology University of Helsinki, Finland: 2009.

Armstrong K. et al., "Managing driver fatigue: education or motivation?" Road & Transport Research, 2010 Sept, Vol 19(3): 14-20.

De Dobbeleer W. et al., "Pan-European Road Safety Campaign: Final Report: Campaign Design," Campaigns and awareness raising strategies in traffic safety: 2009, Project Coordinator: Belgian Road Safety Institute (IBSR/BIVV).

Nathanail E. et al., "Impact assessment of a mass media campaign on fatigue," *The proceedings of the 24th ARRB Conference*, held 12 - 15 October 2010, Melbourne, Australia.

LIST OF ABBREVIATIONS

ACC: *Autonomous Cruise Control*
Cruise system relying on information collected through on-board sensors, that adapts a pre-set speed depending on traffic.

AHS: *Automated Highway Systems*
A system aimed at constructing motorway lanes equipped with magnets to guide vehicles.

ASFA: Professional association of toll road companies

BZD: *BenZoDiazepine*
A chemical family of drugs that include hypnotics (inducing sleep), anxiolytics (fighting anxiety), muscle-relaxing and anti-epileptic properties.

CAST: *Campaigns and Awareness-raising Strategies in Traffic safety*
Designs and implements mass media campaigns and evaluates their effect on traffic accidents and other performance indicators.

DRUID: *DRiving Under the Influence of Drugs, alcohol and medicines*

EEG: *ElectroEncephaloGram*
Records brain activity representing specific sleep (and sleepiness) waves.

ESS: *Epworth Sleepiness Scale*
A scale subjectively evaluating sleepiness through the individual's capacity to doze-off in different situations of daily life.

ETSC: *European Transport Safety Council*
A Brussels-based independent non-profit organization dedicated to reducing the numbers of deaths and injuries related to transport in Europe.

EUROFOT: *EUROpean Field Operational Test on active safety systems*

INSV: French Institut of Sleep and Vigilance

ITERATE: *Information Technology for Error Remediation And Trapping Emergencies*

KSS: *Karolinska Sleepiness Scale*

LDA: *Lane Departure Assistance*

LED detector: *Light-Emitting-Diode detector*
A system located on the dashboard, capable of detecting sleepiness through the measure of eye and eyelid movements.

MSLT: *Multiple Sleep Latency Test*
An objective test measuring the time it takes to initiate sleep when an individual is lying in a dark room.

MWT: *Maintenance of Wakefulness Test*
An objective test measuring the time an individual remains awake when sitting in a comfortable chair in a semi-dark room.

PROLOGUE: *PROmoting real Life Observation for Gaining Understanding of road user behaviour in Europe*

PVT: *Psychomotor Vigilance Test*

SDLP: *Standard Deviation of Lateral Position*
Objective measure reflecting how well an individual maintains his lane position in a driving simulator.

SSRI: *Selective Serotonin Reuptake Inhibitors*

SSS: *Stanford Sleepiness Scale*

TCA: *Tri-Cyclic Antidepressant*
One of the first-generation families of antidepressants with sedative effects.

TELEFOT: Field Operational Tests of aftermarket and nomadic devices in vehicles

AUTHORS' BIOGRAPHY

SWEDEN

Torbjorn AKERSTEDT

Torbjorn Akerstedt is Professor of Behavioural Physiology.
Head of the Stress Research Institute, Stockholm University.
Head of the Recovery group, Clinical Neuroscience, Karolinska Institute.
Prior secretary general of the World Federation of Sleep Research and Sleep Medicine Societies (WFSRSMS).
Prior president of the European Sleep Research Society (ESRS).

SWITZERLAND

Claudio BASSETTI

Claudio Bassetti is Professor of Neurology since 2000 at the University of Zürich where he directed until 2009 the outpatient clinics and acted as vice-chair of the Neurology department. He founded and directed the Neurocenter of Southern Switzerland in Lugano from 2009 until 2011. Since 2012 he directs the Neurology department at the University Hospital in Bern. Claudio Bassetti has authored eight books and over 300 scientific publications on the topics of sleep disorders, clinical and experimental stroke, movement disorders, and general neurology.
He serves as President of the Swiss Neurological Society, Past President of the European Sleep Research Society (ESRS) and President-elect of the European Neurological Society.

ITALY

Fabio CIRIGNOTTA

Fabio Cirignotta is Associate Professor of Neurology and Director of the Unit of Neurology, S.Orsola-Malpighi Hospital, University of Bologna, Vice-President of the European Sleep Research Society (ESRS) (2002-2006) and President of the Italian Association of Sleep Medicine (AIMS) (2000-2003). For the past 16 years he has directed the annual Residential Course on Sleep Medicine (Bertinoro-Italy).

SPAIN

Diego GARCÍA-BORREGUERO

Diego García-Borreguero is currently Director of the Sleep Research Institute, in Madrid, and until 2005 he has been Director of the Sleep Disorders Centre at the Dept of Neurology of the Fundación Jiménez Díaz (Universidad Autónoma de Madrid), Spain. Diego García-Borreguero collaborates actively in various scientific committees at the European Federation of Neurological Societies (EFNS) and the European Sleep Research Society (ESRS). Since 2010 he is President of the Spanish Sleep Society.

PORTUGAL

Marta GONÇALVES

Marta Gonçalves is Head of the Psychiatry and Sleep Medicine departments at the Hospital CUF Porto since 2011. She is a member of the Organizing Committee of several national and international congresses. Invited Speaker in various scientific events. She is the president of the Portuguese Sleep Association (2008/2013) and a member of the EU Committee of the European Sleep Research Society (ESRS) and of the executive committee of ANSS (Assembly of National Sleep Societies).

THE U.K.

Jim HORNE

Jim Horne is at the Sleep Research Centre at Loughborough University, UK. With Dr Louise Reyner, his work on sleep related crashes has led to changes to UK Government policy on driver sleepiness, including new road signs throughout the country.
Until recently he was Editor of the Journal of Sleep Research. His 'popular' book, 'Sleepfaring – a journey through the science of sleep' OUP, covers many issues relating to sleepiness and accidents.

FRANCE

Damien LÉGER

Damien Léger is the Head of the University Hospital Hotel-Dieu Sleep and Vigilance Centre in Paris, APHP, Paris Descartes, France. He is current President of the French Institute of Sleep and Vigilance (Institut National du Sommeil et de la Vigilance), General Secretary of the French Sleep Society and member of the European Board of the Insomnia European network. He is an expert of the French National road safety board expert council (ONISR) and of the Prévention Routière scientific board. He serves as a consultant to the World Health Organization, the European Community, the French National Health Agency and the French Ministry of Health, Labour, Environment and Transportation. Associate editor of the Journal of Sleep Research and Sleep Medicine Review. Damien Léger is the author of five books and over 80 scientific publications.

FINLAND

Markku PARTINEN

Markku Partinen is Director of the Helsinki Sleep Clinic, Vitalmed Research Centre, and Adjunct Professor of Neurology, Department of Clinical Neurosciences, University of Helsinki, Finland.
He is the past President of the World Association of Sleep Medicine (WASM), and past vice-president of the European Sleep Research Society (ESRS).
He is the president of the Finnish Society for Traffic Medicine, and co-chair of the WHO ICF Task Group of Core Sets for Sleep.
Markku Partinen has more than 200 original publications in peer-reviewed journals mostly in the area of sleep medicine and epidemiology; he has written more than 150 review articles and edited several books. He has worked in the VALT investigation team of fatal accidents since 1981.

GERMANY

Thomas PENZEL

Thomas Penzel is the Director for research at the Sleep Centre at the Charite University Hospital in Berlin since 2006.
He is the chair of the sleep medicine committee of the European Sleep Research Society (ESRS) and the chair of the professional activities committee of the World Association of Sleep Medicine (WASM). He is the secretary of the German Sleep Society.
Since 2003 he is the editor-in-chief of the German journal Somnology.
He authored and edited 10 books and around 200 research papers on sleep apnoea and methodologies in sleep medicine.

FRANCE

Pierre PHILIP

Pierre Philip is head of the sleep clinic of the Bordeaux CHU (Centre Hospitalo-Universitaire) and director of the CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) research unit SANPSY (Sommeil, Attention et Neuropsychiatrie).
He is director of the clinical research department of Bordeaux CHU, head of the equipex project PHENOVIRT and member of the Labex BRAIN. His fields of interest are virtual reality, sleep, chronobiology and electrophysiology.
His main research axes are understanding vulnerability to sleep loss and attentional disorders in healthy subjects and neuropsychiatric patients.

THE NETHERLANDS

Joris C. VERSTER

Joris C. Verster is Assistant Professor of Psychopharmacology at Utrecht University, The Netherlands. He is executive board member of The International Council on Alcohol, Drugs and Traffic Safety (ICADTS), founder of the Alcohol Hangover Research Group, and scientific advisor of various (pharmaceutical) companies.
Joris C. Verster is the (co-)author of over 100 scientific articles and book chapters, editor of several books including Drugs, Driving and Traffic Safety, and Editor-in-Chief of the journals Current Drug Abuse Reviews and The Open Addiction Journal.

The authors wish to thank the following
experts for their diligent participation
in producing this collective work:
Annie Canel (ASFA)
and Doctor Philippe Ement (INSV)

For their translation
and editing work, we thank:
Clémentine Wallace
and Claire N'Guyen-Duy

We also thank the ASFA and INSV teams
for their various contributions.

ASFA: 3, rue Edmond Valentin – 75007 Paris
Phone: +(33)1 49 55 33 00 – Fax: +(33)1 49 55 33 91
www.autoroutes.fr – E-mail: *asfa@autoroutes.fr*

INSV: 7, rue Corneille – 75006 Paris
Phone: +(33)1 48 56 27 87
www.institut-sommeil-vigilance.org – E-mail: *contact@insv.org*

June 2013 / Conception: wcommunication [*w@communication.fr*] / Printing: Cloître PEFC 10-31-12