



GUIDE SUR LA FATIGUE LIÉE AU MANQUE DE SOMMEIL À L'INTENTION DES ENQUÊTEURS



2014



À propos de ce guide.....	1
L'essentiel sur le sommeil.....	10
Facteurs de risque de fatigue.....	15
Perturbation aigüe du sommeil	15
Perturbation chronique du sommeil.....	18
État d'éveil continu	21
Effets sur le rythme circadien.....	23
Troubles du sommeil.....	29
Conditions médicales et psychologiques, maladies et médicaments.....	34
Fatigue et baisses de performance.....	39
Fonctions cognitives générales.....	39
Résolution des problèmes.....	40
Prise de décisions	41
Mémoire	42
Attention et vigilance	43
Temps de réaction.....	44
Humeur	44
Effets physiologiques	45
Évaluation subjective de la fatigue et de la performance	46
Inertie du sommeil.....	47
Gestion des risques associés à la fatigue	51



La méthode d'enquête de la fatigue en 3 étapes.....	58
Première étape : détermination du niveau de fatigue actuel (vérification de la présence).....	58
Deuxième étape : détermination de l'éventuel rôle de la fatigue (test de l'influence)	76
Troisième étape : examen de la gestion des risques de fatigue au sein de l'organisme	81
Rapport d'enquête final	82
Annexe A : Formulaire de collecte et d'analyse des données	85
Renseignements généraux :	85
Partie A : Collecte des données	86
Première étape : Détermination du cycle sommeil-éveil optimal.....	86
Deuxième étape : Établissement des antécédents relatifs au cycle de sommeil actuel.....	87
Troisième étape : antécédents médicaux et psychologiques	90
Quatrième étape : Gestion de la fatigue au sein de l'organisme.....	95
Partie B : Analyse	97
Partie 1 : Estimation du niveau de fatigue (test de présence).....	97
Partie 2 : Lien entre la fatigue et la performance humaine (test de l'influence)	100
Partie 3 : Évaluation des pratiques de gestion de la fatigue	102



À propos de ce guide

Objet

Ce guide d'enquête sur la fatigue humaine a été conçu pour compléter le cours de formation du Bureau de la sécurité des transports (BST) du Canada concernant les enquêtes sur la fatigue humaine et pour servir de document de référence interne à l'intention des enquêteurs qualifiés du BST. Tous les enquêteurs doivent terminer la formation sur les facteurs humains ainsi que celle sur la méthodologie des enquêtes du BST avant de mener des enquêtes sur la fatigue humaine. Par ailleurs, les enquêteurs du BST peuvent obtenir le soutien d'un spécialiste dûment formé sur l'enquête des accidents et sur la fatigue humaine.

Ce guide sert d'introduction au point de vue scientifique sur le sommeil et la fatigue liée au manque de sommeil. Il est étayé par des références aux recherches examinées par les paires en bas de page. Le guide introduit et examine les facteurs de risque pouvant entraîner la fatigue liée au manque de sommeil et discute de l'impact de la fatigue sur la performance humaine.

La fatigue est très répandue dans la société d'aujourd'hui, notamment dans l'industrie des transports. La National Sleep Foundation (NSF) des États-Unis, un organisme chef de file mondial consacré à la promotion du sommeil, indique que, bien que les adultes aient besoin entre 7 et 9 heures de sommeil

La notion de fatigue, telle qu'elle est décrite dans ce guide, est considérée comme synonyme de somnolence. Ce guide porte sur la fatigue liée au manque de sommeil uniquement.



par nuit,¹ de nombreux travailleurs de l'industrie des transports ont signalé ne pas dormir suffisamment en raison de leurs horaires de travail² (par exemple, il se peut qu'ils travaillent trop d'heures ou que leurs heures de travail irrégulières coïncident avec la période normale de sommeil). En 2012, le sondage annuel de la NSF a révélé que les chefs de trains et les pilotes risquent le plus de signaler des problèmes liés au manque de sommeil dans l'exécution de leur travail par rapport aux travailleurs en dehors de l'industrie des transports. Voici un extrait d'article de la NSF au sujet du sondage :

« Les résultats du sondage sont frappants. Environ un quart des chefs de trains (26 %) et des pilotes (23 %) admet que la somnolence a un impact sur leur performance au travail au moins une fois par semaine, par rapport à environ 1 travailleur sur 6 en dehors de cette industrie (17 %).

Ce qui est peut-être encore plus inquiétant est qu'un nombre important d'entre eux dit que la somnolence entraîne des problèmes de sécurité au travail. Un pilote sur 5 (20 %) admet qu'il a commis une grave erreur et 1 chef de train sur 6 (18 %) et 1 conducteur de camion sur 6 (14 %) déclarent avoir vécu un « quasi-accident » lié à la somnolence ».³

En raison de l'omniprésence de la fatigue dans l'industrie des transports et de son impact négatif sur la performance humaine, les enquêteurs d'accidents doivent, au cours de presque toute enquête, déterminer si la fatigue a joué un rôle dans l'accident. Une méthode pour l'enquête de la fatigue en 3

¹ Extrait le 6 mars 2013 du <http://www.sleepfoundation.org/article/how-sleep-works/how-much-sleep-do-we-really-need>.

² Extrait le 6 mars 2013 du <http://www.sleepfoundation.org//article/press-release/sleepy-pilots-train-operators-and-drivers>.

³ Extrait le 6 mars 2013 du <http://www.sleepfoundation.org//article/press-release/sleepy-pilots-train-operators-and-drivers>.



étapes est présentée dans ce guide. Les 2 premières étapes consistent d'abord à déterminer si la fatigue était présente (et si les faits quant aux risques peuvent être établis) et, deuxièmement, si la fatigue avait joué un rôle dans l'accident ou l'incident (et si les faits quant aux causes peuvent être établis). La troisième étape consiste à examiner les facteurs qui contribuent au niveau de fatigue observé et à déterminer si l'organisme a des mesures en place afin de gérer les risques associés à la fatigue liée au sommeil de manière efficace.

Références scientifiques

Les ouvrages cités dans ce guide sont fournis à titre d'exemple des dernières conclusions. Ils ne représentent pas un examen exhaustif de l'état des connaissances concernant la fatigue humaine. Les enquêteurs du BST doivent examiner les sources originales citées dans ce guide et évaluer en quoi s'appliquent les conclusions à leurs enquêtes. Ce guide n'a pas été examiné par les autorités scientifiques actuelles sur la fatigue humaine et ne doit donc pas être cité en référence. Les sources originales doivent plutôt être citées dans les rapports du BST.

Aide de l'équipe sur les facteurs humains

L'équipe sur les facteurs humains du BST peut aider les enquêteurs du BST affectés à chaque mode de transports lors des enquêtes sur la fatigue humaine. En outre, l'équipe peut fournir d'autres exemples pertinents de littérature scientifique et d'examens analytiques concernant les conclusions des enquêtes précédentes sur la fatigue humaine. Veuillez contacter le directeur de la macroanalyse et des facteurs humains pour obtenir du soutien.

L'équipe sur les facteurs humains du BST peut fournir les plus récents résultats de recherche sur la fatigue et assurer la solidité de vos analyses du rôle de la fatigue.



Qu'est-ce que la fatigue?

Le mot « fatigue » est utilisé pour décrire divers phénomènes. Dans l'ingénierie physique, le mot « fatigue » peut décrire l'affaiblissement du métal dû à une utilisation répétée ou à la flexion. La fatigue peut également décrire un état psychologique (c.-à-d. la fatigue mentale) découlant d'une tâche à laquelle on a consacré un temps excessif ou intense, par exemple en étudiant pour un examen. La fatigue signifie également un état physique lié aux mouvements du corps tels que l'exercice (c.-à-d., la fatigue physique). Enfin, il peut se référer à la léthargie, un état psychologique et physique général qui peut résulter de plusieurs maladies comme la dépression ou le rhume (c.-à-d., la fatigue léthargique).

La fatigue mentale, physique et léthargique et la fatigue liée au manque de sommeil sont des états très différents.

Ces types de fatigue⁴ sont souvent confondus avec la fatigue liée au manque de sommeil. Bien que ceux qui éprouvent la fatigue mentale, physique ou léthargique puissent se sentir épuisés, ils ne s'endorment pas nécessairement plus rapidement qu'une personne normalement reposée; c'est-à-dire, ils n'ont pas forcément envie de dormir. Cette distinction subtile, mais décisive, est utilisée par les professionnels de la santé pour distinguer le type de fatigue en question. Par exemple, les professionnels de la santé déterminent souvent le type de fatigue vécu pour clarifier le diagnostic et pour choisir le traitement approprié. Cela peut être le cas pour les personnes souffrant de dépression, qui disent souvent se sentir extrêmement fatiguées. Cependant, lorsqu'ils sont évalués dans une clinique du sommeil, ils peuvent ne pas s'endormir plus rapidement qu'une personne en bonne santé. Autrement dit, ils n'ont pas envie de dormir et ils n'éprouvent pas de fatigue liée au manque

⁴ Il ne s'agit là que quelques exemples de l'utilisation du mot « fatigue ». D'autres types de fatigue humaine peuvent normalement être classés dans les sous-catégories « mentale », « physique » ou « léthargique ». Par exemple, la fatigue des récepteurs olfactifs, l'incapacité temporaire de distinguer une odeur spécifique après exposition prolongée à celle-ci, est une forme de fatigue physique (voire biologique); la fatigue liée au travail, le point de réaction décroissante où l'effort réalisé pour se concentrer sur une tâche dépasse l'effort requis pour l'effectuer, est une forme de fatigue mentale.



de sommeil. Les chercheurs distinguent également les différents types de fatigue afin d'assurer que les résultats puissent être appliqués à des recherches ultérieures ou à des situations de vie réelle. Par exemple, les chercheurs étudiant les effets de périodes prolongées de concentration sur la performance diraient qu'ils travaillent dans le domaine de la fatigue mentale et que leurs conclusions ne sont peut-être pas applicables à un autre type de fatigue, comme celui lié au manque de sommeil. Dans ce contexte, la différence est importante, car les périodes prolongées de concentration n'entraînent pas la somnolence (c.-à-d., elles n'augmentent pas la fatigue liée au manque de sommeil), bien qu'elles puissent donner lieu à une fatigue mentale pouvant causer des baisses de performance, notamment de la difficulté à orienter l'attention vers de nouvelles tâches. On ne voudrait pas conclure qu'une activité comme l'étude augmenterait le risque de s'endormir.

Ce guide porte sur la fatigue liée au manque de sommeil uniquement.

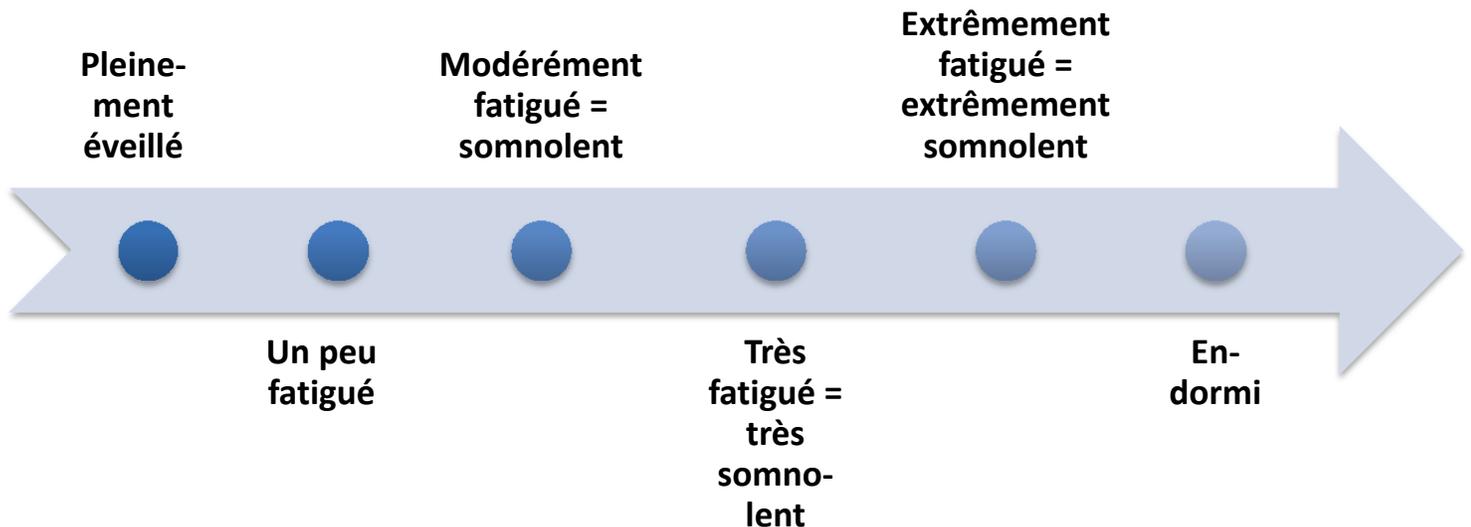
Bien que tout type de fatigue humaine puisse contribuer aux baisses de performance, ce guide porte sur la fatigue liée au manque de sommeil uniquement. Dans le présent guide, le mot « fatigue » signifie toujours la fatigue liée au manque de sommeil (c.-à-d., la fatigue est synonyme de somnolence). Ce type de fatigue peut s'envisager comme un continuum entre l'état de sommeil et l'état d'éveil complet. À l'extrémité du continuum (ce que l'on appelle cliniquement la somnolence pathologique), une personne a de la difficulté à maintenir l'état d'éveil et s'endort facilement en moins de 5 minutes si elle ne reste pas éveillée et active.⁵ À l'autre extrémité du continuum, elle reste pleinement éveillée et a de la difficulté à s'endormir en 10 minutes ou moins.⁶

⁵ Ce niveau de fatigue est appelé la somnolence pathologique dans la littérature clinique sur la médecine du sommeil. Voir par exemple : Carskadon, M., Dement, W., Mitler, M., Roth, T., Westbrook, P. et Keenan, S. (1986). Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT) : A standard measure of sleepiness. *Sleep*, 9(4), 519-524.

⁶ Voir par exemple : Carskadon, M., Dement, W., Mitler, M., Roth, T., Westbrook, P. et Keenan, S. (1986). Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT) : A standard measure of sleepiness. *Sleep*, 9(4), 519-524.



Figure 1 : continuum de la fatigue



La fatigue est intimement liée au sommeil, comme il sera démontré dans la section concernant les facteurs de risque associés à la fatigue. Le sommeil est un besoin biologique fondamental qui doit être satisfait. La fatigue est un symptôme biologique du besoin biologique de sommeil non satisfait. La nature biologique du sommeil et de la fatigue signifie que l'on ne peut pas prévenir l'état de fatigue en se servant de ses caractéristiques de personnalité, de son intelligence, de son éducation, de sa formation, de ses compétences, de sa rémunération, de sa motivation, de sa taille et sa force physique ou de ses pratiques. Tous les humains, même ceux qui travaillent selon des horaires irréguliers ou par quarts depuis de nombreuses années, sont sujets à la fatigue et aux baisses de performance connexes.

Pourquoi enquêter sur la fatigue?

Certains des spécialistes du sommeil les plus respectés⁷ ont suggéré que la fatigue aurait contribué à beaucoup des pires désastres au monde. Voici quelques exemples de ces désastres historiques :

⁷ Par exemple :

(A) Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall
 (B) Folkard, S. (2000). *Transport : Rhythm and blues*. The 10th Westminster Lecture. Parliamentary Advisory Council for Transport Safety : London. Extrait le 18 janvier 2013 du <http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/folkard15.pdf>.



- L'écrasement du vol 2860 de United Airlines, 1 h 38, le 18 décembre 1977; la fatigue était probablement le résultat du manque de sommeil du contrôleur de circulation aérienne et les changements fréquents dans le cycle veille-sommeil des pilotes.
- La fusion partielle de la centrale nucléaire de Three Mile Island, 4 h 00, le 28 mars 1979; la fatigue était probablement le résultant de la mauvaise gestion des cycles veille-sommeil.
- La fuite de gaz de Bhopal, 12 h 30, le 2 décembre 1984; les mauvaises décisions du superviseur et des travailleurs par quarts liées au manque de sommeil ont contribué à cet accident.
- L'explosion de la navette spatiale Challenger, 11 h 38, le 28 janvier 1986; 2 des 3 principaux gestionnaires impliqués dans l'autorisation du lancement avaient dormi moins de 3 heures pendant 3 nuits consécutives avant l'accident.
- La fusion de la centrale nucléaire de Tchernobyl, 1 h 23, le 26 avril 1986; les mauvaises décisions des travailleurs par quarts liées au manque de sommeil ont contribué à cet accident.
- Le déversement de pétrole de l'Exxon Valdez, 12 h 04, le 24 mars 1989; le troisième lieutenant qui a établi le parcours et qui pilotait le navire aurait été éveillé pendant 18 heures avant l'accident.
- L'accident ferroviaire de Gaisal, 1 h 30, le 2 août 1999; la cause de cet accident était une erreur d'aiguillage due à la fatigue liée à l'heure avancée de la nuit.

De plus, il se peut que la fatigue ait contribué à beaucoup d'autres quasi-accidents importants, mais le grand public n'ait pas été informé de ceux-ci en raison de l'attention médiatique portée aux accidents d'importance majeure.

Le BST a également reconnu que la fatigue présente un risque à la sécurité des transports et a mené des enquêtes sur les événements pouvant impliquer la fatigue. Par exemple :

(C) Maas, J. (1998). *Power Sleep*. New York : Villard Book, Random House, Inc.

(D) Shapiro, C., Heslegrave, R., Beyers, J. et Picard, L. (1997). *Working the shift : A self-health guide for shiftworkers and their families*. Toronto : Joli Joco Publications.



- Rapport d'enquête ferroviaire R09W0259, North Portal (Saskatchewan), 2 h 23, le 19 décembre 2009; cette enquête a conclu que les horaires de travail imprévisibles peuvent augmenter le risque de fatigue.
- Rapport d'enquête aéronautique A11F0012, l'Atlantique Nord, 1 h 54, le 14 janvier 2011; parmi les nombreuses conclusions de cette enquête impliquant la fatigue, on a constaté que le pilote était fatigué en raison des perturbations du sommeil la nuit précédant l'évènement.
- Rapport d'enquête maritime M04L0099, Saint-Nicolas (Québec), 5 h 54, 11 août 2004; l'équipage de l'embarcation de plaisance s'est endormi à la barre.

L'objectif principal est de déterminer les facteurs causaux et contributifs qui ont causé la fatigue.



Il y a suffisamment de preuves scientifiques pour confirmer que la fatigue provoque des baisses de performance pouvant entraîner des accidents. La fatigue est également gérable. Si la fatigue est gérable et les accidents, qu'ils soient des catastrophes majeures ou des quasi-accidents, liés à la fatigue continuent de se produire, il est important d'en établir les raisons. L'un des objectifs de toute enquête d'accident est de déterminer les facteurs causaux et contributifs qui peuvent être la cause de l'accident. Si la fatigue jouait un rôle dans l'évènement, l'objectif serait d'enquêter davantage sur les facteurs causaux et contributifs ayant mené à la fatigue. Par exemple, une enquête sur les facteurs d'organisation et de gestion peut s'avérer nécessaire. De nombreux organismes continuent à fonctionner sans système de gestion des risques liés à la fatigue (SGRF).⁸ Un SGRF est un facteur courant d'organisation et de gestion pour réduire le risque lié à la fatigue.⁹ Sans SGRF, un organisme peut uniquement planifier ses horaires de travail en fonction des besoins opérationnels, sans tenir compte des besoins de sommeil des employés. Cette planification peut entraîner des quarts de travail irréguliers et ainsi empêcher le personnel de conduite d'obtenir un sommeil de bonne qualité, ce qui peut donner lieu à la fatigue et à des baisses de performance. On peut ensuite formuler des recommandations visant à réduire la probabilité que des facteurs identiques ou similaires (p. ex., le manque d'un SGRF) entraîneront un autre accident lié à la fatigue.

Les phases 1 et 2 du sommeil sont un état de sommeil léger. Les phases 3 et 4 sont un sommeil profond. Le sommeil paradoxal est le sommeil rapide.

⁸ Pour de plus amples renseignements sur le système de gestion des risques liés à la fatigue (SGRF), voir le système de gestion des risques liés à la fatigue pour le milieu aéronautique canadien de Transports Canada (boîte à outils) : <http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/normes/sgs-sgrf-menu-634.htm>

⁹ Pour des informations plus générales sur le risque lié à la fatigue au milieu de travail, voir : Lerman, S., Eskin, E., Flower, D., George, E., Gerson, B., Hartenbaum, N., Hursh, S. et Moore-Ede, M. (2012). Fatigue risk management in the workplace. *Journal of Environmental Medicine*, 54(2), 231-258.



L'essentiel sur le sommeil

La fatigue est intrinsèquement liée au sommeil. Pour comprendre la fatigue, un enquêteur doit donc comprendre le sommeil et les besoins connexes. Chez les adultes humains, le sommeil est divisé en 5 phases, soit les phases 1 à 4 et une phase que l'on nomme le sommeil paradoxal ou la phase des mouvements oculaires rapides. Toutes les 5 phases présentent différents rythmes cérébraux, mouvements oculaires et tension musculaire pouvant être enregistrés à l'aide d'un polysomnogramme et affichés sur un écran d'ordinateur.

Les phases 1 à 4 sont appelées le sommeil non paradoxal et sont elles-mêmes divisées entre le sommeil léger et le sommeil profond. La première phase est la phase de sommeil le plus léger. Le premier épisode de cette phase de sommeil dure normalement entre 30 secondes et 10 minutes. Au cours de cette phase, on signale souvent s'être senti encore éveillé. Cette phase est donc considérée comme étant le sommeil léger. Après cette phase, on passe au sommeil de phase deux. Après avoir connu environ 5 à 10 minutes de cette phase 2 de sommeil, on signale habituellement le sentiment d'avoir été endormi. Le premier épisode de la deuxième phase dure normalement de 20 à 35 minutes. Les phases 3 et 4 sont les phases de sommeil les plus profondes. Ils sont appelés collectivement le sommeil synchronisé, le sommeil à ondes lentes (SOL), le sommeil delta ou le sommeil profond. Le premier épisode du sommeil profond pendant une nuit de sommeil normale se produit normalement environ 30 à 45 minutes après le début du sommeil. Habituellement, on décrit le sommeil profond comme étant un sentiment d'être endormi (d'où la catégorisation du sommeil profond), mais on a de la difficulté à distinguer l'expérience du sommeil des phases deux, 3 ou quatre. Le premier épisode du sommeil profond peut durer jusqu'à une heure. Après le sommeil profond, on retourne à la phase deux, et ensuite on passe à la première période des mouvements oculaires rapides, ou le sommeil paradoxal. Les rêves surviennent le plus souvent pendant le sommeil paradoxal. Si l'on peut se souvenir d'un rêve, on peut normalement percevoir avoir vécu le sommeil paradoxal. Dans le cas



contraire, il est difficile de distinguer les phases deux, 3 et 4 et le sommeil paradoxal. La première période du sommeil paradoxal est très courte, seulement quelques minutes.¹⁰

La première phase du sommeil représente 5 à 10 % d'une nuit de sommeil (appelée une période de sommeil). La deuxième phase représente 40 à 50 %, les phases 3 et 4 10 à 20 %, et le sommeil paradoxal 15 à 20 % d'une période de sommeil.¹¹

Une période de sommeil comprend 4 à 6 cycles d'environ 90 minutes qui se répètent au cours de la nuit. Un cycle de sommeil humain normal passe, de façon « classique », de la première phase aux phases 2, 3 et 4, avant de revenir aux phases 3 et 2 et enfin au sommeil paradoxal.

Les cycles de sommeil de 90 minutes se répètent plusieurs fois pendant une période de sommeil.

Pour ceux qui dorment normalement la nuit, le sommeil profond (les phases 3 et 4) constitue la majorité de la première partie du cycle de sommeil, alors que le sommeil paradoxal constitue la majorité de la dernière partie du cycle.¹² La figure suivante est un graphique des phases de sommeil vécues au cours d'une nuit de sommeil prototypique. Ce type de graphique est connu sous le nom d'hypnogramme. Il est à noter que plus les phases 3 et 4 (le sommeil profond) surviennent surtout entre 0 h 00 et 5 h 00 et les phases de sommeil paradoxal surviennent surtout entre 5 h 00 et 8 h 00.

¹⁰ Pour comprendre la distribution des stades de sommeil en plus de détail, se référer à : Anch, A. M., Browman, C. P., Mitler, M. M. et Walsh, J. K. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

¹¹ Roffwarg, H., Muzio, J. et Dement, W. (1966). Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle. *Science*, 152, 604-619.

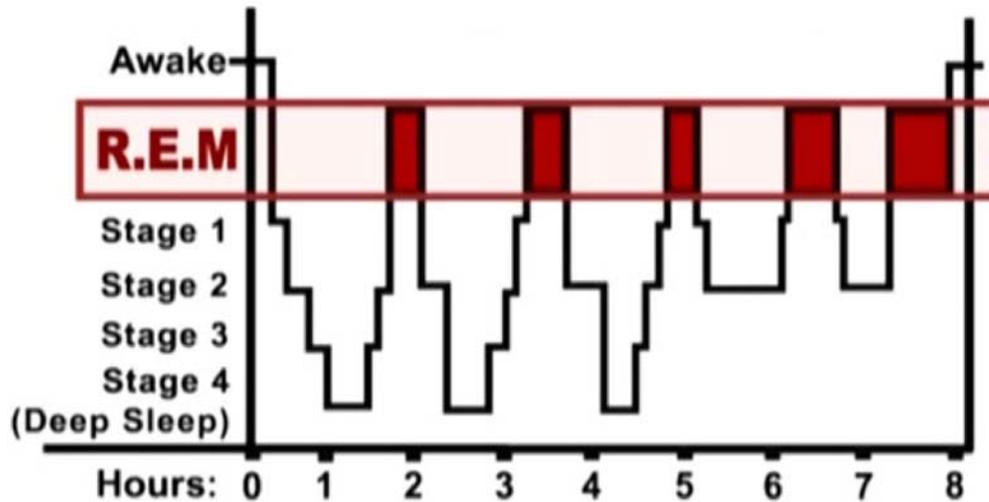
¹² Pour une discussion des différences dans les stades de sommeil au cours d'une nuit de sommeil, se référer à :

(A) Anch, A. M., Browman, C. P., Mitler, M. M. et Walsh, J. K. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

(B) Maas, J. (1998). *Power Sleep*. New York : Villard Book, Random House, Inc.



Figure 2 : une nuit de sommeil prototypique présentée dans un hypnogramme.¹³



On affirme que la privation sélective de phases de sommeil spécifiques provoque des symptômes spécifiques. Des recherches indiquent que le sommeil profond aurait une fonction réparatrice du point de vue physiologique¹⁴ et que le sommeil paradoxal servirait de phase restauratrice sur le plan mental.¹⁵ Par exemple, si un pilote doit se réveiller plus tôt que la normale pour commencer son jour

¹³ Image fournie par Share Your Graph (YGraph.com) et Luciddreamexplorers.

¹⁴ Le sommeil profond peut soutenir la restauration physiologique, la croissance et le fonctionnement du système immunitaire. Voir par exemple :

- (A) Krueger, J. M. et Majde, J. A. (1990). Sleep as a host defence : Its regulation by microbial products and cytokines. *Clinical Immunology and Immunopathology*, 57(2), 188-199.
- (B) Shapiro, C., Mitchell, D., Bartel, P., Jooste, P. (1981). Slow wave sleep : A recovery period after exercise. *Science*, 214, 1253-1254.
- (C) Vein, A. M. (1991). Physical exercise and nocturnal sleep in healthy humans. *Human Physiology*, 17, 391-397.

¹⁵ Le sommeil paradoxal peut soutenir la régulation de l'humeur, la consolidation de la mémoire et l'apprentissage. Voir par exemple :

- (D) Dujardins, K., Guerrien, A. et Leconte, P. (1990). Sleep, brain activation, and cognition. *Physiology and Behavior*, 47, 1271-1278.
- (E) Fisher, C. et Dement, W. C. (1963). Studies on the psychopathology of sleep and dreams. *American Journal of Psychiatry*, 119, 1160-1168.
- (F) Mandai, O., Guerrien, A., Sockeel, P., Dujardin, K., Leconte, P. (1989). REM sleep modification following a morse code learning session in humans. *Physiology and Behavior*, 46, 639-642.
- (G) Smith, C. et Lapp, L. (1991). Increases in number of REMs and REM density in humans following an intensive learning period. *Sleep*, 14, 325-330.



de travail, le sommeil paradoxal peut être écourté (rappelez-vous que la majorité du sommeil paradoxal survient à la fin de la période de sommeil nocturne), ce qui peut entraîner des baisses de performance. Par ailleurs, si le capitaine est éveillé à plusieurs reprises au cours de la première partie du cycle de sommeil pour aider la prise de décision de l'équipe à la passerelle, le sommeil profond du capitaine peut être écourté (rappelez-vous que la majorité du sommeil profond survient au début de la période de sommeil nocturne). Par conséquent, le capitaine peut éprouver des symptômes physiologiques, tels que le rhume et la grippe, en raison du dysfonctionnement de son système immunitaire (il s'agit d'un exemple très spécifique; ces symptômes peuvent avoir beaucoup d'autres causes). Les enquêteurs doivent tenir compte de ces symptômes dans l'analyse des baisses de performance.

La recherche se poursuit sur la fonction de chaque phase de sommeil. Le débat sur la phase de sommeil la plus importante est ouvert,¹⁶ bien que l'on admette généralement que le sommeil profond est nécessaire au fonctionnement physiologique et que le sommeil paradoxal est nécessaire au fonctionnement cognitif et à la réduction du risque de fatigue.

Les réveils fréquents, comme discuté dans l'exemple du capitaine ci-dessus, limitent la quantité totale de sommeil et en perturbent la qualité. Normalement, un nouveau cycle de sommeil recommence après chaque interruption de sommeil. Il ne reprend pas au point où il a été interrompu. Le sommeil qui ne suit pas la progression naturelle des 5 phases dans les cycles répétés de 90 minutes est décrit comme ayant une architecture de sommeil perturbé. Ce type de sommeil est de mauvaise qualité et peut entraîner la fatigue pendant les heures d'éveil.

¹⁶ Lubin, M., Moses, J., Naitoh, P. (1977). Hail sleep : Goodbye REM and slow wave sleep. Bulletin of the British Psychological Society, 30, 111-112.



Les perturbations de la qualité du sommeil peuvent se produire sans réveil. De nombreux troubles du sommeil (discutés ci-après) perturbent la qualité du sommeil en modifiant l'architecture de sommeil et le stress mental peut modifier l'activité électrique du cerveau, donnant ainsi lieu à une qualité de sommeil perturbée.¹⁷

Pour réduire le risque de fatigue, on doit avoir un sommeil de bonne qualité et de quantité suffisante.

La quantité de sommeil requise diminue à mesure que l'on devient adulte. À la naissance, la période de sommeil quotidienne totale peut aller jusqu'à 18 heures. À l'âge de 2 ans, la période de sommeil quotidienne totale est environ 12 heures. À l'âge de 4 ans, la période totale de sommeil est environ 10 heures et à l'âge de 10 ans, un enfant dort environ 9 heures. À l'adolescence, la période de sommeil totale diminue brusquement pour passer à 7 ou 8 heures.¹⁸ La quantité de sommeil requise par les adolescents peut donc aller de 7 à 9 heures, en fonction de leur degré de développement.

Le sommeil normal a lieu la nuit et dure entre 6 et 9 heures. L'homme a besoin de 7 à 8 heures de sommeil par jour en moyenne.

Normalement, les adultes en bonne santé ont besoin entre 6 et 9 heures de sommeil chaque nuit, la moyenne se situant entre 7 et 8 heures par nuit, afin de se sentir bien reposés et de rester éveillés au cours de la journée.¹⁹ Chez les adultes normaux, il est inhabituel²⁰ de dormir moins de 6 ou plus de 9 heures consécutives régulièrement par période de sommeil. Tout au long de l'évolution humaine, le sommeil a normalement lieu la nuit et les autres activités de la vie quotidienne ont lieu pendant la journée.

¹⁷ Voir par exemple : Hall, M., Buysse, D., Nowell, P., Nofzinger, E., Houck, P., Reynolds, C. et Kupfer, D. (2000). Symptoms of stress and depression as correlated od sleep in primary insomnia. *Psychosomatic Medicine*, 62, 227-230.

¹⁸ Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

¹⁹ Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

²⁰ Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.



La modification du rythme « classique » du sommeil humain normal de 7 à 8 heures de sommeil nocturne régulier augmente le risque de fatigue. Par exemple, la majorité des travailleurs par quarts qui ont un horaire de sommeil très irrégulier deviennent incapables de dormir plus de 5 à 7 heures consécutives par jour.²¹ Il en résulte un cycle chronique de privation de sommeil²² qui entraîne un risque accru de fatigue, suivi de baisses de performance pouvant causer des accidents.

Facteurs de risque de fatigue

La réduction de la période de sommeil totale (privation aigüe ou chronique) n'est qu'une variable qui peut augmenter le risque de fatigue. Le BST étudie 6 facteurs de risque qui augmentent le risque de fatigue.

1. Perturbation aigüe du sommeil
2. Perturbation chronique du sommeil
3. Éveil continu
4. Perturbation du rythme circadien
5. Troubles du sommeil
6. Conditions médicales et psychologiques, maladies et médicaments

Perturbation aigüe du sommeil

Comme mentionné ci-dessus, le sommeil est un besoin quotidien. Ce sommeil doit être de bonne qualité; c'est-à-dire, il doit présenter une architecture de sommeil normal sans éveil et il doit être de

**Le BST étudie 6
facteurs de risque
de fatigue lors des
enquêtes sur la
fatigue.**

²¹ Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

²²Tepas, D. I. et Mahan, R. P. (1989). The many meanings of sleep. *Work and Stress*, 3(1), 93-102.



quantité suffisante, normalement 7 à 8 heures. Les perturbations aiguës du sommeil sont des réductions de la qualité ou de la quantité de sommeil pendant les 3 derniers jours.

Des réductions importantes de la qualité ou de la quantité de sommeil peuvent entraîner la fatigue et des baisses de performance. Les réductions aiguës de la quantité de sommeil sont normalement considérées comme non négligeables lorsqu'elles durent au moins 30 minutes. Les réductions de la qualité de sommeil résultent des éveils ou d'autres changements importants au rythme « classique » de sommeil normal en raison des changements de l'heure du coucher ou du réveil, d'un environnement de sommeil stimulant (p. ex., les dortoirs bruyants), des choix alimentaires (p. ex., la caféine ou l'alcool) ou du stress mental. Les réductions de sommeil qualitatives sont normalement considérées comme étant non négligeables lorsque le sommeil profond obtenu est inférieur au 10 à 20 % de la quantité requise ou que le sommeil paradoxal obtenu est inférieur au 15 à 20 % de la quantité requise, bien que la période de sommeil totale puisse rester inchangée.²³

Le fait que les réductions aiguës de la qualité du sommeil puissent être difficiles à détecter ne signifie pas qu'elles n'existent pas. Bien qu'une personne rapporte avoir dormi 8 heures sans éveil et que ce sommeil était de bonne qualité, cela n'est pas

nécessairement le cas. La caféine, le tabac et l'alcool, entre autres, peuvent modifier l'architecture de sommeil de façon importante. Si ces substances sont ingérées, la personne peut être en mesure de dormir et peut rapporter un sommeil satisfaisant, mais il est possible qu'elle n'ait pas obtenu une

Les perturbations de la quantité et de la qualité de sommeil peuvent causer la fatigue. Ces perturbations peuvent être aiguës ou chroniques.

²³ Le sommeil profond et le sommeil paradoxal sont remplacés par le sommeil léger qui ne fournit pas suffisamment de récupération pour réduire le risque de fatigue.



bonne quantité de chaque phase de sommeil. Rappelez-vous que l'on ne peut normalement pas distinguer la deuxième phase de sommeil et le sommeil profond, et souvent également le sommeil paradoxal, et qu'un sommeil de bonne qualité est composé du sommeil profond de 10 à 20 % et du sommeil paradoxal de 15 à 20 %. Ne pas obtenir une quantité adéquate de chaque phase de sommeil peut donner lieu à la fatigue ou à d'autres déficiences spécifiques.

Les perturbations aiguës de sommeil peuvent survenir une seule fois au cours des 3 jours précédents (p. ex., un éveil durant 3 heures au cours d'une période de sommeil), ou elles peuvent survenir plus fréquemment (p. ex., 3 périodes de sommeil chacune ponctuée par un éveil d'une heure). Elles ne surviennent pas nécessairement toutes les 3 nuits de sommeil précédentes.

Le déficit de sommeil est utile pour estimer si l'on a obtenu suffisamment de sommeil pendant une période d'éveil spécifique.

Par exemple, dans l'enquête du BST (A04H0001) sur la perte de maîtrise d'un Cessna Caravan²⁴ peu après le décollage à l'île Pelée (Ontario), il a été constaté que le pilote n'avait dormi que 5,25 heures avant d'arriver au travail à 4 h 45. Cela est considéré comme étant une perturbation aiguë de sommeil, car elle est survenue dans les 3 jours précédant l'accident et la réduction de la quantité de sommeil (par rapport à la quantité normale) était supérieure à 30 minutes. Selon l'enquête, le pilote a dormi 2,25 heures de moins que sa période de sommeil nocturne normale de 7,5 heures, ce qui a entraîné la fatigue probablement à l'origine des mauvaises décisions du pilote.

²⁴ Rapport d'enquête aéronautique A04H0001, Perte de maîtrise, Georgian Express Ltd., Cessna 208B Caravan, immatriculation C-FAGA, île Pelée (Ontario), le 17 janvier 2004.



Perturbation chronique du sommeil

Contrairement à la perturbation aigüe du sommeil, les perturbations de la quantité ou de la qualité de sommeil sur des périodes supérieures à 3 jours consécutifs sont jugées être des perturbations chroniques du sommeil. On pourrait dire que ces perturbations sont moins faciles à cerner que les perturbations aigües du sommeil. Par exemple, une diminution de sommeil d'aussi peu que 15 minutes de sommeil pendant quelques nuits (une perturbation de la quantité de sommeil) peut augmenter le risque de fatigue. L'accumulation des épisodes successifs de perte de sommeil peut entraîner ce que l'on appelle un « déficit de sommeil ».

Une comparaison entre la quantité de sommeil obtenue et la quantité requise pendant une période d'éveil donnée peut fournir une estimation du déficit de sommeil d'une personne. Par exemple, selon l'enquête du BST (A10O0089) sur le risque d'abordage entre 2 aéronefs survenu en 2010²⁵, le contrôleur de la circulation aérienne avait dormi 6 heures par nuit au cours des 5 mois précédents. Si le contrôleur avait normalement besoin de 8 heures de sommeil par nuit, il lui restait 16 heures d'éveil par période de 24 heures. Autrement dit, cela signifie un rapport de 8 heures de sommeil pour chaque 16 heures d'éveil ou un rapport de 1:2. Sur une période de 7 jours, le contrôleur aurait dormi 42 heures et aurait été éveillé pendant 126 heures.²⁶ En appliquant ce rapport de 1:2 ($1 / 2 = 0,50$)²⁷, on constate que 126 heures d'éveil requièrent 63 heures de sommeil ($126 \times 0,50 = 63$). Étant donné que le contrôleur de la circulation aérienne n'a obtenu que 42 des 63 heures de sommeil requises, il aurait accumulé un déficit de sommeil de 21 heures. Cela équivaut à un manque de presque 3 nuits de sommeil.

²⁵ Rapport d'enquête aéronautique A10O0089, risque d'abordage mettant en cause le centre de contrôle régional de Toronto exploité par Nav Canada, à l'aéroport Billy Bishop du centre-ville de Toronto (Ontario), le 11 mai 2010.

²⁶ 7 jours x 24 heures - 42 heures de sommeil - 126 heures d'éveil

²⁷ L'application de ce rapport, contrairement à une simple comparaison du sommeil obtenu (42 heures) au sommeil requis pendant la période donnée (p. ex., 7 jours x 8 heures = 56 heures), tient compte des heures augmentées d'éveil qui sont accumulées à mesure que le sommeil obtenu diminue. C'est-à-dire, une heure d'éveil perdue entraîne un gain d'une heure d'éveil.



L'estimation d'un déficit de sommeil se fonde sur la notion qu'une quantité donnée de sommeil est requise pour une quantité équivalente d'éveil, contrairement à la notion qu'une certaine quantité de sommeil est requise tous les jours. Cette approche ne reflète pas parfaitement le cycle de sommeil humain. Par exemple, elle laisse croire qu'une personne pourrait en théorie dormir une période de 24 heures consécutives, puis rester éveillée pendant 48 heures sans qu'elle ait besoin de sommeil supplémentaire. Cependant, cette approche est utile pour estimer si une personne a obtenu suffisamment de sommeil par rapport à une quantité donnée d'éveil.

La formule pour calculer un déficit de sommeil est la suivante :

Déficit de sommeil = période de sommeil totale - période d'éveil totale x rapport entre le sommeil et l'éveil²⁸

Compte tenu de l'exemple ci-dessus, la formule serait :

Déficit de sommeil de 21 heures = 42 heures de sommeil - 126 heures d'éveil x 0,50
 -21 = 42 - 63

La formule est fondée sur la notion que les pouvoirs revitalisants du sommeil sont épuisés par l'éveil. Pour utiliser cette formule correctement, le calcul des périodes de sommeil et d'éveil totales doit commencer avec une période de sommeil. Voici à titre d'exemple une mise en situation : une personne est éveillée pendant 16 heures, dort pendant 10 heures, est éveillée pendant 18 heures, dort pendant 8 heures et a un accident après une période d'éveil de 19 heures. Le calcul de la période de sommeil totale commence avec la période de sommeil de 10 heures et le calcul de la période d'éveil

²⁸ Veuillez noter qu'un résultat négatif signifie un déficit de sommeil et qu'un résultat positif signifie qu'il n'y a pas de déficit de sommeil.



totale commence à partir de la période d'éveil de 18 heures. Dans ce cas, une période de sommeil totale de 18 heures et une période d'éveil totale de 37 heures seraient utilisées pour calculer la formule du déficit de sommeil. Si la personne nécessitait 9 heures de sommeil additionnelles par nuit, le rapport entre le sommeil et l'éveil serait de 9:15 (rapport sommeil-éveil sur 24 heures), ou 0,6. Le déficit de sommeil serait donc calculé selon la formule suivante :

Déficit de sommeil = période de sommeil totale - période d'éveil totale x rapport entre le sommeil et l'éveil

$$18 - 37 \times 0,6 = - 4,2$$

= déficit de sommeil de 4,2 heures au moment de l'accident

En plus de l'accumulation de petites réductions de la quantité de sommeil qui donne lieu à un déficit de sommeil, une perturbation chronique du sommeil peut provenir des réductions de la qualité de sommeil supérieures à 3 jours. Par exemple, les marins doivent être en mer pendant des mois et doivent souvent partager les cabines de l'équipage avec leurs coéquipiers. À bord de certains navires, les cabines de l'équipage ne sont pas bien conçues pour faciliter le sommeil. Le bruit des coéquipiers, des moteurs du navire et de la mer agitée peut perturber la qualité de sommeil sans que l'individu le sache. Même si les perturbations sont petites, elles peuvent apporter des modifications à l'architecture du sommeil (p. ex., réduire la quantité de sommeil profond ou de sommeil paradoxal sans réduire la période de sommeil totale) et, si elles surviennent de façon chronique, elles peuvent entraîner la fatigue ou d'autres déficiences spécifiques. Comme dans le cas des perturbations aiguës de la qualité du sommeil, les perturbations chroniques de la qualité du sommeil peuvent être difficiles à détecter, car les gens ne peuvent pas déterminer facilement s'ils ont éprouvé le sommeil profond, le sommeil paradoxal ou le sommeil de phase deux; il se peut donc qu'ils ne soient pas en mesure de remarquer et ensuite décrire les changements de la qualité de leur sommeil lors des entrevues. Malgré cette difficulté, ils peuvent toujours souffrir de perturbations chroniques.



État d'éveil continu

Un troisième facteur de risque de fatigue est de rester éveillé trop longtemps, ce que l'on appelle communément « l'état d'éveil prolongé » ou « l'état d'éveil continu ». Une conclusion de recherches que l'on cite souvent établit qu'une période d'éveil de 17 heures entraîne des déficiences des fonctions psychomotrices équivalentes à un taux d'alcoolémie (TA) de 0,05 %.²⁹ À titre de comparaison, ce TA est identique à celui d'un homme de 82 kg qui a consommé 4 bières en 3 heures.³⁰ Une période de 17 heures peut être utilisée comme modèle pour calculer la période de tolérance d'éveil maximale dans laquelle une personne peut maintenir ses performances adéquatement, mais cette période doit être utilisée avec prudence. Ces recherches ont indiqué qu'une partie très spécifique de la fonction psychomotrice, soit la coordination œil-main, est dégradée après 17 heures. En revanche, les recherches n'ont pas indiqué que tout aspect de la performance est dégradé après cette période d'éveil. Cette conclusion ne peut donc être utilisée à l'appui de la probabilité qu'il y ait des baisses de performance autre que la coordination œil-main après 17 heures d'éveil. En outre, les recherches n'ont pas mesuré les niveaux de fatigue, ce qui aurait pu être effectué à l'aide d'un test valide comme l'échelle de somnolence de Karolinska (ESK).³¹ On a supposé seulement que les participants ont éprouvé de la fatigue après 17 heures.

²⁹ La conclusion souvent citée est tirée de : Dawson, D. et Reid, K. (1997). Fatigue, alcohol and performance impairment. *Nature*, 388, 235.

³⁰ Cette estimation est tirée du <http://www.healthstatus.com/calculate/bac>.

³¹ L'échelle de somnolence de Karolinska Sleepiness Scale est une mesure valide de la somnolence et est corrélée positivement avec les indicateurs électroencéphalographiques de la somnolence. Voir par exemple : Kaida, K., Takahashi, M., Åkerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T. et Fukawaka, K. (2006). Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clinical Neurophysiology*, 117(7), 1574-1581.



Bien que 17 heures d'éveil continu ne soient pas nécessairement le seuil à partir duquel la fatigue cause une diminution de presque tous les aspects de la performance humaine, un éveil continu de 22 heures peut servir d'un tel seuil. De brefs épisodes de sommeil incoercible, communément appelés dans la littérature scientifique sur la fatigue des « micro-sommeils » (de brèves périodes de sommeil de 3 à 4 secondes) et « l'instabilité d'état » (puisque l'état d'éveil ne peut être maintenu), se manifestent chez la plupart des gens après cette période d'éveil,³² à condition que certaines contremesures, telles que l'utilisation stratégique de caféine et de médicaments soutenant l'éveil, n'aient pas été ingérées. Le sommeil ne peut avoir lieu que lorsqu'une personne est fatiguée, et il est évident que les personnes ne peuvent fonctionner à un niveau normal lorsqu'elles sont endormies. Par conséquent, si des micro-sommeils commencent à se manifester après 22 heures d'éveil, cela représente la limite supérieure à laquelle presque tous les aspects de la performance humaine se détériorent en raison de la fatigue.

Un éveil de 22 heures continu est la limite supérieure à laquelle presque tous les aspects de la performance se détériorent en raison de la fatigue.

Un autre point à considérer à l'égard de la période d'éveil continu et de ses éventuels effets sur la performance humaine est l'heure à laquelle survient cette période. En ce qui concerne le sommeil, les heures de la journée ne sont pas équivalentes à celles de la nuit. Des années d'évolution ont ancré la biologie humaine au sommeil nocturne et à l'éveil diurne. Par conséquent, le besoin biologique de

³² Beaumont, M., Batejat, D., Pierard, C., Coste, O., Doireau, P., Van Beers, P., Chauffard, F., Chassard, D., Enslin, M., Denis, J. et Lagarde, D. (2001). Slow release caffeine and prolonged (64-h) continuous wakefulness: Effects on vigilance and cognitive performance. *Journal of Sleep Research*. 10(4), 265-276.



sommeil est beaucoup plus fort pendant la nuit que pendant la journée.³³ Quelques heures d'éveil continu peuvent donc causer la fatigue si ces heures ont lieu la nuit plutôt que pendant la journée. Cela vaut également pour ceux qui travaillent normalement la nuit.

L'enquête maritime de 2004 du BST (M04L0099) sur la collision entre une embarcation de plaisance et un porte-conteneurs illustre l'effet de l'éveil continu sur la fatigue.³⁴ Les 4 passagers de l'embarcation de plaisance ont préparé leur voilier le matin du départ, ce qui a pris entre 4 et 6 heures. Il était prévu que l'embarcation voyage en continu et que chaque voyageur demande de prendre une pause de leurs fonctions à la barre, au besoin. Après un peu plus de 18 heures de voyage, 2 personnes dormaient dans leurs couchettes, une personne était à la barre et la quatrième personne était assise à côté de la barre pour accompagner le timonier. Peu après 4 h 00, cette quatrième personne s'est endormie et, bien que cela n'ait pu être confirmé avec une certitude absolue, la personne à la barre a également succombé au sommeil incoercible. L'embarcation décrivait des cercles dans le chenal jusqu'à ce qu'elle soit heurtée par le porte-conteneurs. Deux des 4 personnes à bord ont péri. Compte tenu des 4 heures de préparation et les 18 heures de voyage, la personne à la barre aurait été éveillée pendant 22 heures, le seuil auquel, selon les recherches, la période d'éveil continu peut provoquer le sommeil incoercible.

Effets sur le rythme circadien

Synchronisation du rythme circadien

Il existe de nombreux rythmes biologiques quotidiens (circadiens) chez les humains; selon certaines estimations, il y en a des centaines.³⁵ Par exemple, la température corporelle interne chute³⁶ pendant

³³ De nombreuses études ont démontré qu'on ressent une somnolence plus profonde aux premières heures du jour. Voir par exemple Åkerstedt, T. et Gillberg, M. (1982). Experimentally displaced sleep : Effects on sleepiness. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 54, 220-226.

³⁴ Rapport d'enquête maritime M04L0099, abordage entre l'embarcation de plaisance Mondisy et le porte-conteneurs Canada Senator au large de Saint-Nicolas (Québec), le 11 août 2004.

³⁵ Aschoff, J. (éd.). (1981). *Biological Rhythms*. New York : Plenum Press.



un « creux de rythme circadien » ou une période creuse de la performance humaine, soit entre environ 22 h 30 et 4 h 30.³⁷

Il y a également une légère et courte baisse de la température corporelle interne après le dîner, vers 14 h 00.³⁸

De nombreux rythmes biologiques suivent un rythme circadien semblable à celui de la température corporelle interne. Par exemple, les fonctions de base comme la digestion et le rythme cardiaque diminuent pendant le creux du rythme circadien. La performance et le fonctionnement globaux connaissent leur plus grande chute pendant ce creux,³⁹ et la performance chute également pendant le creux après le dîner.⁴⁰ Cela peut également survenir en l'absence de la fatigue⁴¹ --c'est-à-dire, la performance globale peut baisser pendant le creux du rythme circadien même si la personne ne se sent pas fatiguée. Incidemment, la performance optimale a normalement lieu tard dans l'après-midi.⁴²

La propension au sommeil montre également un rythme circadien. Cette propension augmente considérablement la nuit et modérément en plein après-midi.⁴³ Il est donc logique que la fatigue

Pour la plupart des gens, un creux du rythme circadien a lieu entre environ 22 h 30 et 4 h 30. Pendant cette période, la performance humaine connaît sa plus grande chute.

³⁶ Veuillez noter que la température corporelle interne fluctue dans une marge étroite d'environ un degré Celsius.

³⁷ Le creux de la température corporelle interne survient normalement entre 22 h 30 et 4 h 30 : Duffy, J., Dijk, D., Klerman, E., Czeisler, C. (1998). Later endogenous circadian temperature nadir relative to an earlier wake time in older people. *American Journal of Physiology*, 275, R1478-R1487.

³⁸ Voir par exemple : Monk, T. (2005). The post-lunch dip in performance. *Clinical Sports Medicine*, 24, e15-e23.

³⁹ Voir par exemple : Monk, T. (1988). Shiftwork: Determinants of coping ability and areas of application. *Advance in the Biosciences*, 73, 195-207.

⁴⁰ Voir par exemple : Monk, T. (2005). The post-lunch dip in performance. *Clinical Sports Medicine*, 24, e15-e23.

⁴¹ Voir par exemple : Monk, T., Folkard, S. et Wedderburn, A. (1996). Maintaining safety and high performance on shift work. *Applied Ergonomics*, 27(1), 17-23.

⁴² Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

⁴³ Dinges, D. F. (1989). The influence of the human circadian timekeeping system on sleep. Dans M. H. Kryger, T. Roth et W. C. Dement (éds.), *Principles and Practice of Sleep Medicine* (pp. 153-162). Philadelphia : W. B. Saunders Company.



augmente légèrement en plein après-midi et de façon importante dans le creux du rythme circadien. La fatigue nocturne (c.-à-d., se trouvant dans le creux du rythme circadien) peut atteindre des niveaux élevés suite à un quart de nuit de 10 heures. Par exemple, une étude sur les pilotes de ligne long-courrier a démontré que la fatigue autodéclarée a atteint des niveaux décrits comme étant « critiques » ou « dangereusement élevés » chez plus de 25 % des pilotes à la fin de leurs vols de nuit de 10 heures.⁴⁴ Une autre étude⁴⁵ a constaté que la somnolence chez les pilotes long-courriers au cours des quarts de nuit successifs augmente de la première nuit à la deuxième et qu'après 6 heures de vol, les cas de micro-sommeils augmentent considérablement.

Des études portant sur les taux d'accidents soutiennent la notion que la fatigue est liée au rythme circadien. Les accidents de véhicule motorisé risquent surtout de se produire pendant le creux du rythme circadien et le creux après le dîner,⁴⁶ et il se peut que les accidents de camion impliquant un seul véhicule se produisent 3,8 fois plus souvent entre 3 h 00 et 5 h 00 qu'entre 8 h 00 et 16 h 00.⁴⁷ Le risque d'accident de véhicule motorisé est donc le plus élevé pendant les périodes où le risque de fatigue est également élevé.

⁴⁴ Samel, A., Vejvoda, M., Maass, H. et Wenzel, J. (1999). Stress and fatigue in 2-pilot crew long-haul operations. Proceedings of CEAS/AAAF Forum "Research for Safety in Civil Aviation", Paris, 9; tel que cité dans Folkard, S. (2000). Transport : Rhythm and blues. The 10th Westminster Lecture. Parliamentary Advisory Council for Transport Safety : London. Extrait le 18 janvier 2013 du <http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/folkard15.pdf>.

⁴⁵ Samel, A., Wegmann, H. M., Vejvoda, M., Drescher, J., Gundel, A., Manzey, D. et Wenzel, J. (1997). Two-crew operations : Stress and fatigue during long-haul night flights. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 68(8), 679-687; tel que cité dans Folkard, S. (2000). Transport : Rhythm and blues. The 10th Westminster Lecture. Parliamentary Advisory Council for Transport Safety : London. Extrait le 18 janvier 2013 du <http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/folkard15.pdf>.

⁴⁶ Voir par exemple :

(A) Mitler, M., Carskadon, M., Czeisler, C., Dement, W., Dinges, D. et Graeber, R. (1988). Catastrophes, sleep, and public policy: Consensus report. *Sleep*, 11(1), 100-109.

(B) Folkard, S. (1997). Black times : temporal determinants of transport safety. *Accident Analysis and Prevention*, 29, 417-430.

⁴⁷ Kecklund, G. et Åkerstedt, T. (1995). Time of day and Swedish road accidents. *Shiftwork International Newsletter*, 12(1), 31.



Désynchronisation du rythme circadien

La performance humaine optimale se produit lorsque tous les rythmes circadiens sont synchronisés les uns aux autres et à des indices temporels externes. Par exemple, les rythmes de faim doivent être synchronisés en interne aux rythmes digestifs et au cycle sommeil-éveil. Ces rythmes doivent également être synchronisés en externe à des indices temporels externes, aussi connus sous le nom « zeitgebers »⁴⁸, tels que le cycle jour-nuit, les temps de repas et les périodes d'échanges sociaux.⁴⁹ Modifier le cycle sommeil-éveil trop rapidement peut désynchroniser les rythmes circadiens, ce qui peut entraîner des baisses de performance. La désynchronisation des rythmes circadiens a été associée à la dégradation de la réactivité aux traitements pharmacologiques, à un taux élevé d'infarctus du myocarde, une détérioration du diabète insulino-dépendant, à l'épilepsie et aux troubles neuropsychiatriques.⁵⁰ Elle peut également provoquer la fatigue, la somnolence diurne, l'anxiété, la dépression, des sautes d'humeur, un malaise général, une déficience du bien-être, la fatigue physique, l'insomnie et d'autres troubles du sommeil, des troubles gastrointestinaux et la baisse de performance globale, notamment l'insuffisance psychomotrice et la réduction des compétences cognitives.⁵¹ Contrairement à la croyance populaire, les personnes qui travaillent la nuit pendant des années n'acquièrent pas d'immunité contre la désynchronisation du rythme circadien ou contre les effets de celle-ci.⁵² Un bon exemple des effets négatifs du travail par quarts est le fait qu'il

⁴⁸ Aschoff, J. (1951). The 24-hour period of the mouse under constant environmental conditions (Die 24-stundenperiodik der maus unter konstanten umgebungs bedingungen). *Naturwissenschaften*, 38, 506-507.

⁴⁹ Aschoff, J. et Wever, R. (1981). The circadian system of man. Dans J. Aschoff (éd.), *Handbook of Behavioural Neurobiology* (pp. 311-332). New York : Plenum Press.

⁵⁰ Phillips, B., Magan, L., Gerhardstein, C. et Cecil, B. (1991). Shift work, sleep quality, and worker health : A study of police officers. *Southern Medical Journal*, 84(10), 1176-1184.

⁵¹ Voir par exemple :

(A) Anch, A. M., Browman, C. P., Mitler, M. M. et Walsh, J. K. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

(B) Graeber, R. C. (1989). Jet lag and sleep disruption. In M. H. Kryger, T. Roth et W. C. Dement (éds.), *Principles and Practice of Sleep Medicine* (pp. 324- 331). Philadelphia : W. B. Saunders Company.

(C) Kales, A et Kales, J. (1984). *Evaluation and Treatment of Insomnia*. New York : Oxford University Press.

⁵² Pati, A. K., Chandrawanshi, A. et Reinberg, A. (2001). Shift work : Consequences and management. *Current Science*, 81(1), 32-52.



existe une corrélation négative entre la durée de service consacrée au travail par quarts et la qualité de sommeil subjective.⁵³

Normalement, ceux qui travaillent des quarts irréguliers doivent modifier rapidement leur cycle sommeil-éveil pour s'ajuster aux quarts variables. Une étude portant sur les chefs de trains qui travaillaient des quarts irréguliers a montré que la désynchronisation du rythme circadien qui en résulte entraîne la somnolence grave,⁵⁴ telle que mesurée par l'ESK. Dans cette étude, le personnel de conduite s'est senti extrêmement somnolent au moins une fois pendant 49 % des quarts nocturnes et pendant 20 % des quarts du matin. Il est intéressant de noter que le risque de somnolence grave chez les chefs de trains qui travaillent des quarts irréguliers semble être lié à la durée du quart. Une augmentation de la durée du quart de 6 à 9 heures augmente le risque de somnolence grave de 51 %.⁵⁵

Les quarts de travail irréguliers augmentent le risque de fatigue en raison de la désynchronisation du rythme circadien.

Une enquête du BST de 2009 (R09W0259) sur une collision ferroviaire hors d'une voie principale⁵⁶ soutient l'idée que la désynchronisation du rythme circadien peut causer la fatigue. Au cours de l'enquête, il a été observé que le mécanicien de locomotive avait travaillé 28 quarts dans les 30 jours précédant l'accident et que le chef de train avait travaillé 16 quarts dans les 30 jours précédents. De

⁵³ Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

⁵⁴ Härmä, M., Sallinen, M., Ranta, R., Mutanen, P. et Müller, K. (2002) The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers. *Journal of Sleep Research*, Vol. 11, pp. 141 - 151.

⁵⁵ Härmä, M., Sallinen, M., Ranta, R., Mutanen, P. et Müller, K. (2002) The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers. *Journal of Sleep Research*, Vol. 11, pp. 141 - 151.

⁵⁶ Rapport d'enquête ferroviaire R09W0259, Collision hors d'une voie principale, des trains de marchandises 870-013, 2-298-16 et 2-199-15 du Chemin de fer Canadien Pacifique, point milliaire 159,31 de la subdivision Weyburn, North Portal (Saskatchewan), le 19 décembre 2009.



plus, les heures de début et de fin de ces quarts ne suivaient pas de cycle prévisible. Ils ont commencé à n'importe quelle heure de la journée et de la nuit et ont dû apporter beaucoup de modifications à leur cycle sommeil-éveil. Selon un des faits établis quant aux risques cités dans le rapport, « les équipes de service qui travaillent selon des horaires variables et imprévisibles...peuvent être exposées à un risque accru de baisse de performance en raison de la fatigue ». La collision a eu lieu à 2 h 23, en plein milieu du creux du rythme circadien, ce qui suggère que la désynchronisation du rythme circadien aurait également contribué à l'accident.

Le risque de fatigue et de baisse de performance en raison de la désynchronisation du rythme circadien et des modifications trop rapides du cycle sommeil-éveil peut être réduit en permettant aux gens de s'adapter à un nouveau cycle sommeil-éveil. En général, les recherches montrent que les effets négatifs des modifications du cycle sommeil-éveil disparaîtront entièrement dans les 8 à 10 jours, pourvu que la personne fasse l'effort de modifier les heures auxquelles elle est exposée aux *zeitgebers* dans le but de resynchroniser ses rythmes circadiens.⁵⁷ Par exemple, si un pilote doit faire devancer sa période de sommeil (c.-à-d. commencer la période de sommeil à une heure plus tôt que la normale) afin d'être en mesure de travailler la nuit, il doit également modifier les heures de repas et de socialisation, et remplacer la lumière du soleil par l'exposition à des lumières vives la nuit. Ces changements doivent être maintenus pendant au moins 8 jours afin de minimiser le risque de fatigue.

⁵⁷ Voir par exemple :

- (A) Campbell, S. (1997). The basics of biological rhythms. Dans M. R. Pressman et W. C. Orr (éds.), *Understanding Sleep: The Evaluation and Treatment of Sleep Disorders* (pp. 35-56). Washington, D.C. : American Psychological Association.
- (B) Cho, K. (2001). Chronic "jet lag" produces temporal lobe atrophy and spatial cognitive deficits. *Nature Neuroscience*, 4(6), 567-568.
- (C) Folkard, S. (1980). Shiftwork and its effects on performance. Dans L. E. Scheving et F. Halberg (éds.), *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Principles and Applications of Chronobiology to Shifts in Schedules with Emphasis on Man* (pp. 293-306). Netherlands : Sijthoff and Noordhoff.



Dans certains cas, une période d'adaptation de 8 à 10 jours n'est pas nécessaire. Selon certaines recherches, tous les rythmes circadiens peuvent s'adapter à un rythme d'environ 1 heure par jour,⁵⁸ mais le corps humain s'adapte moins rapidement aux changements antihoraires du cycle sommeil-éveil (c.-à-d. l'heure de coucher est plus tôt que la normale) par rapport aux changements dans le sens horaire (c.-à-d. l'heure de coucher est plus tard que la normale). Il est donc une bonne pratique de prévoir de longues périodes d'adaptation lors des modifications antihoraires du cycle sommeil-éveil. Pour réduire les risques de désynchronisation du rythme circadien et de fatigue, une règle générale consiste à prévoir un jour d'adaptation pour chaque heure de changement antihoraire du cycle sommeil-éveil, et un jour d'ajustement pour chaque 1,5 heure de changement horaire du cycle sommeil-éveil.⁵⁹

Par exemple, un chef de train réaffecté à un poste situé à 3 fuseaux horaires à l'ouest doit se coucher 3 heures plus tard que l'heure de sommeil normale de son rythme circadien. Il lui faudrait 2 jours complets pour resynchroniser ses rythmes circadiens. Cependant, si ce même chef de train était réaffecté à 3 fuseaux horaires à l'est, il lui faudrait 3 jours d'adaptation pour resynchroniser ses rythmes circadiens.

Troubles du sommeil

Les chercheurs estiment que plus de 24 % des Étatsuniens souffrent d'un trouble du sommeil⁶⁰ et que 50 % des travailleurs de quarts souffrent d'un trouble du sommeil.⁶¹ L'édition de 2001 de la

⁵⁸ Voir pour exemple :

(A) Mills, J. (1976). Partial adaptation to simulated time zone shifts. *Journal of Physiology*, 265, 23.

(B) Wever, R. (1980). Phase shifts of human circadian rhythms due to shifts of artificial Zeitgebers. *Chronobiologia*, 7, 303-327.

⁵⁹ Klein, K. et Wegmann, H. (1980). Significance of circadian rhythms in aerospace operations, NATO AGARD-AG- 247. Neuilly sur Seine, France : NATO AGARD.

⁶⁰ Institute of Medicine, 2005. Sleep disorders and sleep prevention: an unmet public health problem. Washington, D.C.: National Academies Press.

⁶¹ Åkerstedt, T. (1984). Work schedules and Sleep. *Experientia*, 40(5), 417-422.



Classification internationale des troubles du sommeil (CITS)⁶² décrit 88 troubles du sommeil médicalement reconnus. Beaucoup de ces troubles entraînent des niveaux de fatigue plus élevés que la normale s'ils ne sont pas bien traités ou gérés. Trois des troubles du sommeil les plus communs sont l'insomnie psychophysiologique, l'apnée obstructive du sommeil et le mouvement involontaire des membres pendant le sommeil.

L'insomnie psychophysiologique

Selon la CITS, ceux qui souffrent de l'insomnie psychophysiologique ont de la difficulté à s'endormir ou à rester endormis. Leur phase de sommeil léger (première phase) est plus importante, et leur phase de sommeil profond (phases 3 et 4) est parfois moins longue que ceux qui ne souffrent pas de trouble du sommeil. Ces « mauvais dormeurs », comme ils sont souvent décrits, signalent une diminution du bien-être, une détérioration de l'humeur, une baisse de motivation et une diminution de l'attention, de la vigilance, de l'énergie et de la concentration. Surtout, ils signalent une augmentation de la fatigue,⁶³ même s'ils ne se sentent pas plus somnolents que les individus normaux.

Les troubles du sommeil sont très communs chez la population générale et encore plus chez les travailleurs par quarts.

L'incidence de l'insomnie psychophysiologique chez la population générale n'est pas connue, probablement en raison de la sous-déclaration. L'insomnie peut être traitée par des médicaments et la thérapie cognitivo-comportementale. Ces traitements peuvent réduire le risque de fatigue chez les insomniaques.

⁶² AASM (2011). The International Classification of Sleep Disorders, Revised : Diagnostic and Coding Manual. Chicago, Illinois, American Academy of Sleep Medicine.

⁶³ AASM (2011). The International Classification of Sleep Disorders, Revised : Diagnostic and Coding Manual. Chicago, Illinois, American Academy of Sleep Medicine.



L'apnée obstructive du sommeil

Les gens qui souffrent d'apnée obstructive du sommeil s'arrêtent de respirer pendant de multiples périodes successives de 10 seconds ou plus lorsqu'ils dorment. La personne tente de respirer, mais les muscles oropharyngés du nez et de la gorge, qui sont normalement détendus, permettent aux tissus mous des voies respiratoires supérieures de bloquer le flux d'air. La marque caractéristique de l'apnée obstructive du sommeil est la cessation du flux d'air malgré la continuation des efforts respiratoires. Les épisodes d'apnée peuvent entraîner une réduction de la saturation du sang en oxygène et des états de vigilance et d'éveil fréquents. Ceux qui souffrent d'apnée obstructive du sommeil ignorent peut-être ces éveils.⁶⁴ En fait, il arrive souvent que les personnes souffrant d'apnée de sommeil signalent qu'ils dorment très bien. Normalement, cela s'explique par le sommeil fragmenté causé par les éveils qui sont aussi la cause de la somnolence excessive. Cette somnolence leur permet de s'endormir rapidement en quelques secondes après l'éveil. Ceux qui souffrent d'apnée obstructive du sommeil courent donc un risque élevé d'éprouver une fatigue excessive pendant la journée.⁶⁵

L'apnée obstructive du sommeil peut entraîner l'anxiété, la dépression, l'irritabilité, une perte de la libido, la dysfonction érectile et le désespoir profond.⁶⁶ Elle survient couramment chez les hommes et femmes d'âge mûr ayant un excès de poids. On estime que la prévalence est de 4 % chez les hommes

⁶⁴ AASM (2001). The International Classification of Sleep Disorders, Revised : Diagnostic and Coding Manual. Chicago, Illinois, American Academy of Sleep Medicine.

⁶⁵ Voir par exemple :

(A) Chung, F., Yegneswaran, B., Liao, P., Chung, S., Vairavanathan, S., Islam, S., Khajehdehi, A. et Shapiro, C. (2009). STOP questionnaire : A tool to screen patients for obstructive sleep apnea. Commentaire dans : *Anesthesiology*, 110(1), 193; réponse de l'auteur 193-194. *Anesthesiology*, 108(5), 812-821.

(B) Mills, P., Kim, J., Bardwell, W., Hong, S., & Dimsdale, J. (2008). Predictors of fatigue in obstructive sleep apnea. *Sleep & Breathing*, 12(4), pp. 397-399.

⁶⁶ AASM (2001). The International Classification of Sleep Disorders, Revised: Diagnostic and Coding Manual. Chicago, Illinois, American Academy of Sleep Medicine.



et de 2 % chez les femmes.⁶⁷ Certaines estimations indiquent une prévalence plus élevée chez les hommes d'âge mûr, allant peut-être jusqu'à 10 % chez les hommes de 40 à 60 ans.⁶⁸ Elle survient plus communément chez les gens qui ronflent,⁶⁹ et son lien avec une encolure importante et l'obésité a été démontré.⁷⁰ Certaines études ont démontré que les gens ayant un indice de masse corporelle (IMC) supérieure à 33 kg/m² courent un risque plus élevé d'apnée obstructive⁷¹ que ceux ayant un IMC normal.

L'apnée obstructive du sommeil peut être gérée par différents traitements, notamment la ventilation à pression positive continue (VPPC), une orthèse d'avancée mandibulaire (OAM) et la chirurgie. Ces traitements peuvent réduire le risque de fatigue chez les personnes souffrant d'apnée obstructive du sommeil.

⁶⁷Young, T., Palta, M., Dempsey, J., Skatrud, J., Weber, S. et Badr, S. (1993). The occurrence of sleep-disordered breathing among middle aged adults. *New England Journal of Medicine*, 328(17), 1230-1273.

⁶⁸Bearpark, H., Fell, D., Grunstein, R., Leeder, S., Berthon-Jones, M. et Sullivan, C. (1990). Road Safety and Pathological Sleepiness : The Role of Sleep Apnea. Sponsored by the Roads and Traffic Authority, NSW and the Federal Office of Road Safety, Canberra, Australia. Road Safety Bureau Consultant's Report CR 3/90.

⁶⁹AASM (2001). *The International Classification of Sleep Disorders, Revised : Diagnostic and Coding Manual*. Chicago, Illinois, American Academy of Sleep Medicine.

⁷⁰ Voir par exemple :

- (A) Chung, F. & Elsaid, H. (2009). Screening for obstructive sleep apnea before surgery : Why is it important? *Current Opinion in Anaesthesiology*, 22(3), 405-411.
- (B) Chung, F., Yegneswaran, B., Liao, P., Chung, S., Vairavanathan, S., Islam, S., Khajehdehi, A. et Shapiro, C. (2009). STOP questionnaire : A tool to screen patients for obstructive sleep apnea. *Commentaire dans : Anesthesiology*, 110(1), 193; réponse de l'auteur 193-194. *Anesthesiology*, 108(5), 812-821.
- (C) Dagan, Y., Doljansky, J., Green, A. et Weiner, A. (2006). Body Mass Index (BMI) as a first-line screening criterion for detection of excessive daytime sleepiness among professional drivers. *Traffic Injury Prevention*, 7(1) 44-48.
- (D) Hiestand, D., Britz, P., Goldman, M. et Phillips, B. (2006). Prevalence of symptoms and risk of sleep apnea in the US population : Results from the national sleep foundation sleep in America 2005 poll. *Chest*, 130(3), 780-786.

⁷¹ Voir par exemple :

- (A) Dagan, Y., Doljansky, J., Green, A. et Weiner, A. (2006) Body Mass Index (BMI) as a first-line screening criterion for detection of excessive daytime sleepiness among professional drivers. *Traffic Injury Prevention*, 7, 44-48.
- (B) Gurubhagavatula, I., Maislin, G., Nkwuo, J. et Pack, A. (2004). Occupational screening for obstructive sleep apnea in commercial drivers. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 170, 371-376.



L'implication de l'apnée obstructive du sommeil a été étudiée dans une enquête du BST de 2010 (R10Q0011) sur un déraillement en voie principale.⁷² Bien que la planification et la réaction aux problèmes complexes de l'équipage se soient révélées détériorées en raison de la fatigue, le rapport du BST n'a pas impliqué directement l'apnée obstructive du sommeil comme facteur causal ou contributif de l'accident. Cependant, le rapport a souligné l'importance d'un suivi médical des personnes souffrant de troubles du sommeil, et qu'un suivi et un transfert inefficaces d'information médicale peuvent augmenter le risque d'activités dangereuses au sein de l'industrie des transports.

Mouvement involontaire des membres pendant le sommeil⁷³

Les muscles des jambes et parfois des bras se contractent parfois de manière incontrôlable chez les personnes souffrant de mouvements involontaires des membres pendant le sommeil (MIMS) alors qu'ils sont endormis. Comme pour les épisodes d'apnée obstructive du sommeil, les mouvements des membres peuvent entraîner des éveils que la personne endormie ignore. Le sommeil est fragmenté, mais la personne peut se qualifier de bon dormeur, tout comme les personnes souffrant d'apnée obstructive du sommeil. Les gens atteints de MIMS sont exposés à un risque élevé de fatigue et de somnolence excessive liées au sommeil fragmenté. Ils sont également susceptibles à l'anxiété et à la dépression liées aux troubles du sommeil.

Les personnes souffrant des troubles du sommeil courent souvent un risque de fatigue et parfois de somnolence excessive.

⁷² Rapport d'enquête ferroviaire R10Q0011, déraillement en voie principale du train de voyageurs no 15 exploité par Via Rail Canada Inc., au point milliaire 100,78 de la subdivision Montmagny du Canadien National à Saint-Charles-de-Bellechasse (Québec), le 25 février 2010.

⁷³ L'information portant sur les mouvements involontaires des membres périodiques est tirée exclusivement de la CITS : AASM (2001). The International Classification of Sleep Disorders, Revised : Diagnostic and Coding Manual. Chicago, Illinois, American Academy of Sleep Medicine.



La prévalence des mouvements périodiques des membres chez la population générale des personnes d'âge mûr n'est pas connue. Le trouble survient fréquemment, cependant, chez les personnes de 60 ans et plus; il affecte 34 % de ces personnes. Il est aussi courant chez 1 à 15 % des personnes atteintes d'insomnie. Le MIMS peut être traité à l'aide de médicaments ou de thérapie comportementale visant à maximiser la qualité du sommeil.

Conditions médicales et psychologiques, maladies et médicaments

La fatigue est un symptôme de beaucoup de maladies non traitées et un résultat de beaucoup de conditions médicales et psychologiques non traitées et mal gérées. Par exemple, les gens qui ont reçu un diagnostic de dépression ou de diabète souffrent souvent de somnolence excessive pendant la journée⁷⁴ lorsque ces conditions ne sont pas traitées ou bien gérées. Les recherches ont démontré que l'obésité est une prédisposition à la somnolence excessive diurne (c.-à-d., des niveaux élevés de fatigue) même si l'apnée obstructive du sommeil n'est pas présente.⁷⁵ Les mécanismes biologiques par lesquels les conditions médicales et les maladies entraînent la fatigue sont variés. Certaines maladies, conditions médicales (p. ex., la douleur) et conditions psychologiques (p. ex., la dépression, l'anxiété et d'autres conditions liées au stress) donnent lieu à un sommeil de mauvaise qualité en

Les maladies peuvent entraîner la fatigue en perturbant le sommeil ou en agissant sans effet perceptible sur le sommeil.

⁷⁴ Bixler, E., Vgontzas, A., Lin, H., Calhoun, S., Vela-Bueno, A. et Kales, A. (2005). Excessive daytime sleepiness in a general population sample : The role of sleep apnea, age, obesity, diabetes, and depression. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 90(8), 4510-4515.

⁷⁵ Voir par exemple :

- (A) Dagan, Y., Doljansky, J., Green, A. et Weiner, A. (2006) Body Mass Index (BMI) as a first-line screening criterion for detection of excessive daytime sleepiness among professional drivers. *Traffic Injury Prevention*, 7, 44-48.
- (B) Gurubhagavatula, I., Maislin, G., Nkwuo, J. et Pack, A. (2004). Occupational screening for obstructive sleep apnea in commercial drivers. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 170, 371-376.



fragmentant l'architecture du sommeil et en réduisant la quantité de sommeil profond ou de sommeil paradoxal. De même, certaines maladies et conditions médicales entraînent une quantité insuffisante de sommeil en réduisant la période de sommeil totale; certaines ont des effets limités sur le sommeil, mais elles causent toutefois la fatigue.

L'enquête du BST de 2005 (R05E0008) sur un accident à un passage à niveau⁷⁶ a étudié le rôle joué par l'hyperglycémie liée au diabète non maîtrisé. Dans cet accident, un conducteur de camion grumier a subi des blessures graves après avoir traversé un passage protégé et heurté le côté d'un train de voyageurs. Le conducteur de camion était malade et n'avait pas bien dormi la nuit précédant l'accident. Le sommeil perturbé a probablement augmenté son risque de fatigue. De plus, il ne traitait pas son diabète à l'aide d'un régime alimentaire, du contrôle de la glycémie ou des médicaments et il était déshydraté puisqu'il avait été malade la nuit précédente. Le mauvais sommeil, l'hyperglycémie liée au diabète non maîtrisé et la déshydratation ont mené à une combinaison compliquée de symptômes diurnes. Bien que le rapport du BST n'ait pas conclu que la fatigue liée à l'hyperglycémie était la seule cause de sa baisse de performance, il a toutefois indiqué qu'« il est vraisemblable que l'effet combiné ou isolé d'une hyperglycémie, de la fatigue et de la déshydratation a nui à la performance du conducteur. L'état physiologique du conducteur du camion (hyperglycémie, fatigue et déshydratation) l'a vraisemblablement empêché de reconnaître les signaux d'avertissement et le train qui approchait, et de réagir en conséquence ». Comme souligné par cet exemple, il est utile de tenir compte de la relation entre la fatigue et les maladies lors des enquêtes sur les accidents, notamment en déterminant si la fatigue est causée par le mauvais sommeil lié à la maladie ou si elle est directement attribuable à la maladie.

⁷⁶ Rapport d'enquête ferroviaire R05E0008, accident à un passage à niveau mettant en cause le train de voyageurs numéro 1, exploité par Via Rail Canada Inc., au point milliaire 92,26 de la subdivision Edson, à Mackay (Alberta), le 31 janvier 2005.



L'effet de fatigue produit par beaucoup de médicaments est très similaire à celui provenant des maladies, en ce sens que certains médicaments peuvent entraîner la fatigue en réduisant la qualité ou la quantité de sommeil et certains peuvent entraîner la fatigue indépendamment du mauvais sommeil. Par exemple, de nombreux médicaments pour le rhume en vente libre contiennent un stimulant appelé la pseudoéphédrine. Les propriétés stimulantes de ce médicament réduisent la congestion nasale, mais si le médicament est pris peu avant l'heure de coucher, ses propriétés stimulantes peuvent perturber la quantité et la qualité de sommeil,⁷⁷ ce qui peut donner lieu à la fatigue le jour suivant. La nicotine a des effets très semblables; elle augmente également le délai d'endormissement,⁷⁸ réduit la quantité de sommeil totale⁷⁹ et nuit à la qualité ainsi qu'à la quantité de sommeil. La caféine est aussi un stimulant et a des effets encore plus nocifs sur le sommeil. Cette drogue, considérée depuis longtemps comme n'étant qu'un produit alimentaire, augmente le délai d'endormissement et le nombre d'éveils et réduit la quantité de sommeil totale, le sommeil paradoxal et le sommeil profond.⁸⁰ Par conséquent, la quantité et la qualité de sommeil diminuent et le risque de fatigue augmente pendant les heures d'éveil. Cependant, la caféine peut également augmenter le risque de fatigue sans nuire au sommeil. Une forte consommation de caféine peut entraîner une tolérance biologique et provoquer des changements dans le fonctionnement chimique du cerveau. Dans ce cas, une personne développera une dépendance biologique à la caféine et deviendra fatiguée si elle n'en consomme pas régulièrement.⁸¹

⁷⁷ Idzikowski, C. et Shapiro, C. (1993). ABC of sleep disorders : Non-psychotropic drugs and sleep. *British Medical Journal*, 306, 1118-1121.

⁷⁸ Voir par exemple : Marquardt, C., Perugini, M., Orr, L., Chow, D., Banga, N. et Krelina, M. (1999). Sleep onset latency effects of nicotine polacrilex gum. *Sleep*, 22, Supplement, S86.

⁷⁹ Voir par exemple : Chokroverty, S. (1999). *Sleep Disorders Medicine : Basic Sleep, Technical Considerations, and Clinical Aspects*. Boston : Butterworth-Heinemann.

⁸⁰ Chokroverty, S. (1999). *Sleep Disorders Medicine : Basic Sleep, Technical Considerations, and Clinical Aspects*. Boston : Butterworth-Heinemann.

⁸¹ Pour une discussion intéressante sur la caféine, voir : Marquardt, C. (2007) *Caffeine : Beware the Insidious Nature of Caffeine*. Extrait le 6 février 2013 du <http://sleepanddreams.com/?p=129>.



Comme mentionné ci-dessus, certains médicaments peuvent provoquer la fatigue sans pour autant perturber le sommeil. La majorité des médicaments conçus pour aider à dormir provoquent la fatigue ou même la somnolence peu après leur prise, et ce, même si une personne n'éprouve pas de période intermédiaire de sommeil de mauvaise qualité. Cela est logique, car les somnifères ont les effets souhaités, c'est-à-dire ils provoquent la somnolence. La fatigue peut toutefois augmenter peu après la prise de certains médicaments qui semblent inoffensifs. Par exemple, des médicaments contre les allergies en vente libre qui contiennent l'antihistaminique diphenhydramine augmentent la somnolence.⁸² Les médicaments contre les allergies et les somnifères auront des effets négatifs sur l'architecture du sommeil et ces effets augmenteront le risque ultérieur de fatigue.

L'alcool est une autre drogue dont les effets sur le sommeil sont bien documentés. Certains utiliseront l'effet sédatif de l'alcool pour s'endormir, mais l'alcool peut éventuellement perturber le sommeil. L'alcool a tendance à perturber davantage la deuxième partie du sommeil que la première partie. Il peut réduire à la fois la période de sommeil totale et de sommeil paradoxal, et augmenter les éveils⁸³ ainsi que le risque de fatigue.

Tous les médicaments, y compris ceux en vente libre, par ordonnance et à base de plantes, doivent faire l'objet de l'enquête, tout comme la nicotine, l'alcool et les aliments comprenant de la caféine.

⁸² Roth, T., Roehrs, T., Koshorek, G., Sicklesteel, J. et Zorick, F. (1987). Sedative effects of antihistamines. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 80(1), 94-98.

⁸³ Chokroverty, S. (1999). *Sleep Disorders Medicine: Basic Sleep, Technical Considerations, and Clinical Aspects*. Boston : Butterworth-Heinemann.



Comme pour les conditions médicales et psychologiques et les maladies, tout médicament doit être pris en considération lors des enquêtes sur la fatigue. Cela comprend les médicaments en vente libre, par ordonnance et à base de plantes, la nicotine, les drogues à usage récréatif, l'alcool et les produits alimentaires comme la caféine.

Une enquête du BST de 2008 (M08C0024) sur l'échouement d'un navire⁸⁴ illustre bien comment les drogues peuvent influencer les accidents. Le capitaine essayait d'arrêter de fumer à l'aide d'un médicament par ordonnance appelé Champix (aussi connu sous le nom Chantix et sous le terme générique varénicline) pour lequel la Federal Drug Administration des États-Unis avait émis un avis de santé.⁸⁵ Cet avis décrit les effets indésirables de ce médicament, notamment les perturbations du sommeil et la réduction de la capacité de conduire ou d'opérer de la machinerie lourde. Comme mentionné, le sommeil perturbé peut entraîner la fatigue. Le capitaine a signalé ne pas avoir bien dormi pendant les 5 nuits précédant l'accident. Le BST a déterminé que la fatigue a vraisemblablement été causée par une combinaison des effets négatifs de Champix et du mauvais sommeil, ce qui l'aurait ensuite amené à utiliser des indices visuels plutôt que l'équipement de la passerelle qui l'aurait aidé à éviter l'échouement.

⁸⁴ Rapport d'enquête maritime M08C0024, échouement du vraquier Algomarine à Bruce Mines dans le chenal North du lac Huron (Ontario), le 28 mai 2008.

⁸⁵ Avis de la FDA des É.-U. (5/16/2008) – Avis de santé publique – informations importantes sur Chantix (varénicline).



Fatigue et baisses de performance

L'augmentation du niveau de fatigue – c'est-à-dire le suivi du continuum de fatigue⁸⁶ de l'état d'éveil total à l'état de sommeil – augmente la probabilité d'une baisse de performance humaine. Presque tous les aspects de la performance humaine peuvent être diminués par la fatigue excessive. Par exemple, une personne presque endormie a de la difficulté à réagir physiquement avec rapidité, à parler et à comprendre des stimuli visuels puisque les yeux seraient probablement fermés. À des niveaux moins extrêmes de fatigue, la performance peut également être diminuée. Selon les conditions de travail, c'est-à-dire la possibilité ou non de dormir ou de faire des micro-siestes, la fatigue affectera la performance du travailleur dans une moindre mesure. Veuillez noter que les conditions ne peuvent pas réduire le niveau de fatigue, mais peuvent réduire la probabilité du sommeil. Par exemple, un travailleur effectuant une tâche stimulante dans une pièce bien éclairée est moins susceptible de s'endormir qu'un travailleur effectuant une tâche monotone dans une pièce chaude et sombre. Les baisses de performance liées à la fatigue sont bien documentées et un petit échantillon des conclusions est présenté ci-dessous.

Fonctions cognitives générales

Comme mentionné précédemment, plus la période d'éveil est longue, plus la fatigue augmente. De même, la performance cognitive diminue en fonction de la durée de la période d'éveil. Les recherches ont démontré que le niveau de performance relatif à la résolution des problèmes, à la vigilance et à la communication diminue de 30 % après 18 heures d'éveil et de 60 % après 48 heures d'éveil,⁸⁷ et ce, par rapport aux niveaux constatés après une période d'éveil plus courte. Selon cette étude, la durée de la période d'éveil est similaire à celle constatée dans l'étude sur la fonction psychomotrice

⁸⁶ Comme mentionné dans la section *Qu'est-ce que la fatigue?*

⁸⁷ Angus, R., Pigeau, R. et Heslegrave, R. (1992). Sustained operation studies : From the field to the laboratory. Dans C. Stampi (éd.) *Why We Nap : Evolution, Chronobiology, and Functions of Polyphasic and Ultrashort Sleep*. Boston : Birkhäuser.



mentionnée ci-dessus, qui conclut que la coordination œil-main peut être diminuée après 17 heures d'éveil.

La fatigue peut également réduire le rythme de traitement des informations,⁸⁸ ce qui peut avoir un effet sur la vitesse à laquelle une personne peut identifier de l'information importante, la traiter et y réagir. Par exemple, la fatigue peut diminuer la capacité de traiter les informations visuelles dans la rétine périphérique⁸⁹ et ensuite d'y réagir.

Résolution des problèmes

La fatigue peut nuire à la capacité de résoudre des problèmes. Ainsi, les personnes fatiguées persévèrent et répètent leurs réponses inefficaces au lieu d'adopter une approche flexible lorsqu'elles sont confrontées à une situation perçue comme étant différente de la normale. La persévération augmente la probabilité du maintien des activités normales, ce qui risque d'aboutir à l'omission de la révision du plan original,⁹⁰ et rend difficiles l'élaboration et l'application d'une nouvelle solution pour une personne fatiguée.

⁸⁸ Voir par exemple :

- (A) Belenky, G., Wesensten, N., Thorne, D., Thomas M., Sing, H., Redmond, D., Russo, M. et Balkin, T. (2003). Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery : A sleep dose-response study. *Journal of Sleep Research*, 12(1), 1-12.
- (B) Dinges, D. (1992). Probing the limits of functional capability : The effects of sleep loss on short -duration tasks. In Broughton, R. (Ed.) *Sleep, Arousal, and Performance*. Boston : Birkhäuser.
- (C) Galy, E., Mélan, C. et Cariou, M. (2008). Investigation of task performance variations according to task requirements and alertness across the 24-h day in shift workers. *Ergonomics*, 51(9), 1338-1351.
- (D) Van Dongen, H., Maislin, G., Mullington J. et Dinges, D., (2003). The cumulative cost of additional wakefulness: Dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep*, 26(2), 117-126.
- (E) Wylie, C. et Mackie, R. (1988). *Stress and sonar operator performance: Enhancing target detection performance by means of signal injection and feedback*. Goleta, CA : Essex Corporation, Human Factors Research Division.

⁸⁹ Haworth, N., Heffernan, C. et Horne, E. (1989). *Fatigue in truck accidents*. Report No. 3. Victoria : Monash University Accident Research Centre.

⁹⁰ Voir par exemple :

- (A) Horne, J. (1988). Sleep deprivation and divergent thinking ability. *Sleep*, 11, 528-536.
- (B) Wimmer, F., Hoffman, R., Bonato, R. et Moffit, A. (1992). The effects of sleep deprivation on divergent thinking and attention processes. *Journal of Sleep Research*, 1, 233-230.



Prise de décisions

En règle générale, chez les personnes fatiguées, l'exécution des tâches compliquées, comme la prise de décisions⁹¹, se détériore davantage que l'exécution des tâches plus faciles⁹² comme le simple dénombrement. De récentes recherches ont cependant démontré que les tâches nécessitant une charge cognitive élevée, comme le raisonnement logique, la résolution des problèmes et la prise de décisions, ne sont pas aussi affectées par la privation de sommeil partielle que les tâches monotones.⁹³ Cela est peut-être attribuable en partie aux efforts compensatoires utilisés pour assurer une performance normale dans l'exécution des tâches complexes, intéressantes, variables ou courtes, telles que le raisonnement logique, la résolution des problèmes et la prise de décisions. Autrement dit, les gens peuvent s'engager plus dans l'exécution des tâches impliquant une charge cognitive élevée et faire plus d'efforts afin d'assurer une performance normale, ce qui augmente les niveaux d'excitation physiologique et contrecarre temporairement les baisses de performance liées à la fatigue.

S'il existe une composante émotionnelle, comme c'est souvent le cas dans les situations d'urgence, la prise de décisions, qu'elle soit complexe ou monotone, est fortement diminuée après 23 heures d'éveil

⁹¹ Voir par exemple :

- (A) Babkoff, H., Mikulincer, M., Caspy, T., Kempinski, D. et Sing, H. (1988). The topology of performance curves during 72 hours of sleep loss : A memory and search task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 324, 737-756.
- (B) Fiorica, V., Higgins, E., Iampietro, P., Lategola, M. et Davis, A. (1968). Physiological responses of man during sleep deprivation. *Journal of Applied Physiology*, 24(2), 169-175.
- (C) Horne, J. (2012). Working throughout the night : Beyond 'sleepiness' - impairments to critical decision making. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(10), 2226-2231.
- (D) Linde, L. et Bergstrom, M. (1992). The effect of one night without sleep on problem-solving and immediate recall. *Psychological Research*, 54(2), 127-136.

⁹² Lamond, N. et Dawson, D. (1999). Quantifying the performance impairment associated with fatigue. *Journal of Sleep Research*, 8, 255-262.

⁹³ Balkin, T., Bliese, P., Belenky, G., Sing, H., Thorne, D., Thomas, M., Redmond, D., Russo, M., Wesensten J. (2004). Comparative utility of instruments for monitoring sleepiness-related performance decrements in the operational environment. *Journal of Sleep Research*, 13(3), 219-227.



par rapport à la prise de décisions après une période d'éveil plus courte, et ce, même après la consommation de grandes quantités de caféine (600 mg).⁹⁴

Mémoire

La fatigue peut nuire à la mémoire, surtout la mémoire à court terme et la mémoire de travail.⁹⁵ La mémoire à court terme peut se concevoir comme étant la fonction cognitive qui stocke temporairement de l'information. Les troubles de la mémoire à court terme peuvent survenir uniquement lorsque les gens doivent essayer de se rappeler l'information sans avoir recours à des indices et lorsque les indices concernent davantage le rappel de l'information visuelle que l'information auditive.⁹⁶

La mémoire de travail est similaire à la mémoire à court terme, en ce sens que l'information n'est retenue que pendant une courte période. Plus précisément, la mémoire de travail stocke l'information temporairement lorsqu'elle est manipulée afin d'effectuer des tâches telles que le raisonnement.⁹⁷ Cela nécessite le stockage et le traitement simultané de l'information. La mémoire de travail peut être affaiblie par la fatigue.⁹⁸

⁹⁴ Killgore, W., Grugle, N. et Balkin, T. (2012). Gambling when sleep deprived : Don't bet on stimulants. *Chronobiology International*, 29(1), 43-54.

⁹⁵ Voir par exemple :

- (A) Babkoff, H., Mikulincer, M., Caspy, T., Kempinski, D. et Sing, H. (1988). The topology of performance curves during 72 hours of sleep loss : A memory and search task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 324, 737-756.
- (B) Fiorica, V., Higgins, E., Iampietro, P., Lategola, M. et Davis, A. (1968). Physiological responses of man during sleep deprivation. *Journal of Applied Physiology*, 24(2), 169-175.
- (C) Linde, L. et Bergstrom, M. (1992). The effect of one night without sleep on problem-solving and immediate recall. *Psychological Research*, 54(2), 127-136.

⁹⁶ Voir par exemple :

- (A) Galy, E., Camps, J., Mélan, C. (2004). Influence of the perceptual mode on serial probe recognition across the 24-hr day in experienced shift-workers. *Cognitive Systems*, 6, 249-254.
- (B) Mélan, C., Galy, E. et Cariou, M. (2007). Mnemonic processing in air traffic controllers (ATCs): Effects of task parameters and work organization. *International Journal of Aviation Psychology*, 17(4), 391-409.

⁹⁷ Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.

⁹⁸ Voir par exemple :



Attention et vigilance

La fatigue augmente le déficit de l'attention.⁹⁹ L'inattention et la distraction peuvent être causées par la fatigue.¹⁰⁰ Par exemple, les chefs de trains ratent les signaux d'alarme et omettent d'actionner le klaxon aux passages à niveau plus souvent lorsqu'ils sont fatigués.¹⁰¹

La vigilance est définie dans la littérature scientifique sur la fatigue comme étant la capacité de maintenir l'attention sur une tâche pendant une période de temps donnée.¹⁰² Il est reconnu que la fatigue réduit la vigilance,¹⁰³ et surtout la vigilance psychomotrice, ce qui implique un mouvement du corps en réaction à un stimulus.¹⁰⁴ Les personnes fatiguées ont plus de difficulté à détecter les stimuli et à y réagir.

-
- (A) Dinges, D. (1992). Probing the limits of functional capability : The effects of sleep loss on short-duration tasks. Dans Broughton, R. (éd.) *Sleep, Arousal, and Performance*. Boston : Birkhäuser.
 - (B) Galy, E., Mélan, C. et Cariou, M. (2008). Investigation of task performance variations according to task requirements and alertness across the 24-h day in shift workers. *Ergonomics*, 51(9), 1338-1351.
 - (C) Lo, J., Groeger, J., Santhi, N., Arbon, E., Lazar, A., Hasan, S., Von Schantz, M., Archer, S. et Dijk, D. (2012), Effects of partial and acute total sleep deprivation on performance across cognitive domains, individuals and circadian phase. *Plos One*, 7(9), 1-16.

⁹⁹ Voir par exemple :

- (A) Kjellberg, A. (1974). Effects of sleep deprivation on voluntarily controlled reversal rate of ambiguous figures. *Scandinavian Journal of Psychology*, 15, 149-153.
- (B) Sanders, A. et Reitsma, W. (1982). Lack of sleep and covert orienting of attention. *Acta Psychologica*, 52, 137-145.

¹⁰⁰ Wylie, C. et Mackie, R. (1988). *Stress and sonar operator performance : Enhancing target detection performance by means of signal injection and feedback*. Goleta, CA : Essex Corporation, Human Factors Research Division.

¹⁰¹ Thomas, G., Raslear, T., Kuehn, G. (1997). *The effects of work schedule on train handling performance and sleep of locomotive engineers: A simulator study* (No. DOT/FRA/ORD-97-09). Washington, D.C. : US Department of Transportation, Federal Railroad Administration and IIT Research Institute.

¹⁰² Voir par exemple :

- (A) Davies, D. et Parasuraman, R. (1982). *The Psychology of Vigilance*. London : Academic.
- (B) Oken, B., Salinsky, M. et Elsas, S. (2006). Vigilance, alertness, or sustained attention : Physiological basis and measurement. *Clinical Neurophysiology*, 117, 1885-1901.

¹⁰³ Voir par exemple :

- (A) Dinges, D., Pack, F., Williams, K., Gillen K., Powell, J., Ott, G., Aptowicz, C., Pack A. (1997). Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 h per night. *Sleep*, 20(4), 267-277.
- (B) Ingre, M., Åkerstedt, T., Peters, B., Anund, A. et Kecklund, G. (2006). Subjective sleepiness, simulated driving performance and blink duration : Examining individual differences. *Journal of Sleep Research*, 15, 47-53.

¹⁰⁴ Par exemple, appuyer sur un bouton au moment de l'affichage d'une lumière.



Temps de réaction

Normalement, les personnes fatiguées réagiront plus lentement aux stimuli que les personnes éveillées¹⁰⁵ et peuvent présenter des temps de réaction très longs,¹⁰⁶ appelés « blocs ». Les blocs surviennent habituellement en réponse à une situation d'urgence ou à une prise de décision difficile,¹⁰⁷ et peuvent être plus longs chez les personnes fatiguées.

Humeur

Certaines preuves semblent indiquer qu'une mauvaise humeur peut être liée à la privation de sommeil partielle. Par exemple, une étude a révélé que les médecins qui avaient dormi moins que la normale ont obtenu de mauvais résultats

La fatigue peut diminuer le fonctionnement cognitif général, la résolution des problèmes, la prise de décisions, la mémoire, l'attention et la vigilance, le temps de réaction et l'humeur.

¹⁰⁵ Voir par exemple :

- (A) Babkoff, H., Mikulincer, M., Caspy, T., Kempinski, D. et Sing, H. (1988). The topology of performance curves during 72 hours of sleep loss : A memory and search task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 324, 737-756.
- (B) Fiorica, V., Higgins, E., Iampietro, P., Lategola, M. et Davis, A. (1968). Physiological responses of man during sleep deprivation. *Journal of Applied Physiology*, 24(2), 169-175.
- (C) Linde, L. et Bergstrom, M. (1992). The effect of one night without sleep on problem-solving and immediate recall. *Psychological Research*, 54(2), 127-136.

¹⁰⁶ Voir par exemple :

- (A) Bills, A. (1935). Fatigue, oscillation, and blocks. *Journal of Experimental Psychology*, 18(5), 562-573.
- (B) Shinar, D., Zaidel, D. et Paarlberg, W. (1978). Driver performance and individual differences in attention and information processing. Volume 1 : Driver inattention, Report No. DOT-HS-8-01819-78-DAP, NTIS No. PB 292165 et 6.

¹⁰⁷ Voir par exemple :

- (A) Shinar, D., Zaidel, D. et Paarlberg, W. (1978). Driver performance and individual differences in attention and information processing. Volume 1 : Driver inattention, Report No. DOT-HS-8-01819-78-DAP, NTIS No. PB 292165 et 6.
- (B) Teichner, W. (1968). Response blocking. A necessary performance criterion. *Pre-crash Factors in Traffic Safety*. American Association for Automotive Medicine, Proceedings of the 12th Annual Symposium, 165-169.



à un test standardisé d'humeur appelé le profil d'humeurs (Profile of Mood States, POMS).¹⁰⁸

L'humeur de ces médecins s'est détériorée après la privation de sommeil partielle lors de leur travail sur appel par rapport à leur humeur avant ce travail. Étant donné que la privation de sommeil partielle entraîne la fatigue,¹⁰⁹ la détérioration de l'humeur peut être un indicateur de l'augmentation de la fatigue.

De même, la perte de sommeil a un effet globalement négatif sur l'humeur¹¹⁰ et, étant donné que la perte de sommeil donne lieu à la fatigue, une personne fatiguée peut être léthargique, peut présenter un manque d'intérêt et peut être irritable.¹¹¹

Effets physiologiques

Il existe des indicateurs physiologiques fiables de fatigue, notamment : une prolongation de la durée du clignement des yeux mesurée par un électrooculogramme,¹¹² des changements de la structure de la parole détectés par des analyses informatiques,¹¹³ et une diminution de l'équilibre postural détectée par des analyses informatiques.¹¹⁴ Il est difficile pour de simples observateurs de détecter de tels changements physiologiques. Par exemple, un copilote peut ne pas être en mesure de détecter

¹⁰⁸ Wali, S., Qutah, K., Abushanab, L., Basamh, R., Abushanab, J. et Krayem, A. (2013). Effect of on-call-related sleep deprivation on physician's mood and alertness. *Annals of Thoracic Medicine*, 8(1), 22-27.

¹⁰⁹ Lo, J., Groeger, J., Santhi, N., Arbon, E., Lazar, A., Hasan, S., Von Schantz, M., Archer, S. et Dijk, D. (2012). Effects of partial and acute total sleep deprivation on performance across cognitive domains, individuals and circadian phase. *Plos One*, 7(9), 1-16.

¹¹⁰ Lubin, A., Moses, J., Johnson, L. et Naitoh, P. (1974). The recuperative effects of REM sleep and stage 4 sleep on human performance after complete sleep loss : Experiment 1. *Psychophysiology*, 11, 133-146.

¹¹¹ Voir par exemple : Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A scientific perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.

¹¹² Voir par exemple : Sandberg, D., Anund, A., Fors, C., Kecklund, G., Karlsson, J., Wahde, M. et Åkerstedt, T. (2011). The characteristics of sleepiness during real driving at night : A study of driving performance, physiology and subjective experience. *Sleep : Journal of Sleep and Sleep Disorders Research*, 34(10), 1317-1325.

¹¹³ Voir par exemple : Krajewski, J., Schnieder, S., Sommer, D., Batliner, A. et Schuller, B. (2012). Applying multiple classifiers and non-linear dynamic features for detecting sleepiness in speech. *From Neuron to Behaviour : Evidence from Behavioral Measurements, Neurocomputing*, 84, 65-75.

¹¹⁴ Voir par exemple : Forsman, P., Hæggeström, E., Wallin, A., Topplia, E. et Pyykkö, I. (2010). Principal component analysis detects sleepiness-related changes in balance control. *Gait & Posture*, 32(3), 419-421.



une prolongation de la durée du clignement des yeux chez le capitaine; il peut également être difficile pour un chef de train de détecter des changements de la structure de la parole chez un mécanicien. La seule observation fiable de la somnolence est une indication objective, comme le fait de voir quelqu'un fermer les yeux, perdre la tension musculaire et s'endormir. Même les épisodes de micro-sommeil nécessitent des équipements de surveillance sophistiqués pour être détectés de façon fiable.¹¹⁵

Évaluation subjective de la fatigue et de la performance

À des niveaux élevés de fatigue, voire à un état de quasi-sommeil, il est sans doute difficile de nier que l'on est fatigué. Cependant, à des niveaux bas de fatigue, il peut être difficile de détecter son propre niveau de fatigue. Les caractéristiques stimulantes de l'environnement de travail (p. ex., des feux clignotants, des bruits forts) peuvent donner lieu à des évaluations subjectives de fatigue qui ne correspondent pas aux mesures physiologiques objectives de la fatigue.¹¹⁶ Dans ces cas, les niveaux de fatigue peuvent donc être sous-estimés d'un point de vue subjectif.

Les personnes fatiguées jugent mal leur état de fatigue ou leurs capacités.

En plus de présenter une diminution de la capacité d'évaluer correctement leur propre niveau de fatigue, les personnes fatiguées ne peuvent pas évaluer correctement leur performance globale ni surveiller celle-ci.¹¹⁷ Normalement, les personnes fatiguées surestiment leurs capacités.¹¹⁸ Comme

¹¹⁵ Pour un exemple des équipements de détection du micro-sommeil, voir : Deshmukh, S., Radake, D. et Hande, K. (2011). Driver fatigue detection using sensor network. *International Journal of Engineering Science & Technology*, 3(Sup), 89-92.

¹¹⁶ Dinges, D. et Graeber, R. (1989). Crew fatigue monitoring. *Flight Safety Foundation : Flight Safety Digest*, October, 65-75.

¹¹⁷ Dorrian, J., Lamond, N., Holmes, A., Burgess, H., Roach, G., Fletcher, A. et Dawson, D. (2003). The ability to self-monitor performance during a week of simulated night shifts, *Sleep*, 26(7), 871-877.



c'est le cas pour les évaluations subjectives de la fatigue, la prévision de son propre performance fondée sur ces évaluations dépend des caractéristiques stimulantes de l'environnement de travail.¹¹⁹ Par exemple, si quelqu'un travaille dans un environnement stimulant, comme une passerelle lors d'une situation d'urgence pendant laquelle beaucoup d'alarmes se déclenchent, il peut ne pas être en mesure d'évaluer correctement son niveau de fatigue subjectif ou de prévoir sa performance au travail ultérieurement.

Inertie du sommeil

L'inertie du sommeil ne diminue pas la performance en soi.¹²⁰ C'est un état physiologique transitoire qui a lieu immédiatement après le réveil. Cet état se caractérise par la confusion, la désorientation, une faible excitation et des déficiences de différents types de performance cognitive et motrice.¹²¹ Cet état de performance compromise peut survenir après n'importe quelle période de sommeil, mais il est normalement considéré dans le cadre des siestes (aussi appelé le repos contrôlé). Les effets nocifs de l'inertie du sommeil peuvent durer 30 minutes¹²² ou plus,¹²³ mais la performance retourne généralement à la normale chez la plupart des gens dans les 15 minutes¹²⁴ qui suivent le réveil.

¹¹⁸ Voir par exemple : Asaoka, S., Masaki, H., Ogawa, K., Murphy, T., Fukuda, K., & Yamazaki, K. (2010). Performance monitoring during sleep inertia after a 1-h daytime nap. *Journal of Sleep Research*, 19, 436-443.

¹¹⁹ Yang, C., Lin, F. et Spielman, A. (2004). A standard procedure enhances the correlation between subjective and objective measures of sleepiness. *Sleep*, 27, pp. 329-332.

¹²⁰ Lubin et coll. étaient les premiers à utiliser le terme « inertie du sommeil », voir Lubin, A., Hord, D., Tracy, M. et Johnson, L. (1976). Effects of exercise, bedrest and napping on performance decrements during 40 hours. *Psychophysiology*, 13, 334-339.

¹²¹ Ferrara, M. et De Gennaro, L. (2000). The sleep inertia phenomenon during the sleep-wake transition : Theoretical operational issues. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 71, 843-848

¹²² (A) Dinges, D., Orne, M., Whitehouse, W. et Orne, E. (1987). Temporal placement of a nap for alertness : Contributions of circadian phase and prior wakefulness. *Sleep*, 10, 313-329.

(B) Ferrara, M. et De Gennaro, L. (2000). The sleep inertia phenomenon during the sleep-wake transition : Theoretical operational issues. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 71, 843-848.

¹²³ Voir par exemple :

(A) Haslam, D. (1985). Sleep deprivation and naps. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 17, 46-54.

(B) Jewitt, M., Wyatt, J., Ritz-De Cecco, A., Khalsa S., Djik D. et Czeisler, C. (1999). Time course of sleep inertia dissipation in human performance and alertness. *Journal of Sleep Research*, 8, 1-8.



Les baisses de performance associées au sommeil sont très similaires à celles signalées chez une personne extrêmement fatiguée. Par exemple, la mémoire,¹²⁵ le temps de réaction,¹²⁶ la vitesse de traitement de l'information¹²⁷ et le raisonnement logique¹²⁸ diminuent pendant les périodes d'inertie du sommeil par rapport à d'autres périodes. De plus, la confusion et la désorientation,¹²⁹ ainsi que la baisse du traitement d'information visuelle,¹³⁰ surviennent plus souvent pendant les périodes d'inertie du sommeil.

La durée et la gravité de l'inertie du sommeil sont généralement plus importantes si une personne fait la sieste pendant plus de 20 minutes,¹³¹ si la sieste a lieu dans le creux du rythme circadien,¹³² si elle a

(C) Naitoh, P. (1981). Circadian cycles and restorative power of naps. Dans L. Johnson, D. Tepas, W. Colquhoun et M. Colligan, (éds.), *Biological Rhythms, Sleep and Shift Work* (pp. 553-580). New York : Spectrum Publications.

(D) Rogers, A., Spencer, M., Stone, B. et Nicholson, A. (1989). The influence of a 1-hour nap on performance overnight. *Ergonomics*, 32(10), 1193-1205.

¹²⁴ Voir par exemple :

(A) Dissipation dans les 5 minutes : Webb, W. et Agnew, H. (1974). The effects of a chronic limitation on sleep length. *Psychophysiology*, 11, 265-274

(B) Dissipation dans les 15 minutes : Wilkinson, R. et Stretton, M. (1971). Performance after awakening at different times of night. *Psychonomic Science*, 23, 283-285.

¹²⁵ Folkard, S., Knauth, P., Monk, T. et Rutenfranz, J. (1976). The effect of memory load on the circadian variation in performance efficiency under a rapidly rotating shift system. *Ergonomics*, 19, 479-488.

¹²⁶ Voir par exemple : Tassi, P & Muzet, A. (2000). Sleep inertia. *Sleep Medicine Reviews*, 4(4), 341-353.

¹²⁷ Evans, F. et Orne, M. (1976). Recovery from fatigue. Annual Summary Report No. 60. Fort Derrick, MD : US Army Medical Research and Development Command.

¹²⁸ Voir par exemple :

(A) Naitoh, P. (1981). Circadian cycles and restorative power of naps. Dans L. Johnson, D. Tepas, W. Colquhoun et M. Colligan, (éds.), *Biological Rhythms, Sleep and Shift Work*. New York : Spectrum Publications.

(B) Stones, M. (1977). Memory performance after arousal from different sleep stages. *British Journal of Psychology*, 68, 177-181.

¹²⁹ Ferrara, M. et De Gennaro, L. (2000). The sleep inertia phenomenon during the sleep-wake transition : Theoretical operational issues. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 71, 843-848.

¹³⁰ Voir par exemple : Matchock R. et Mordkoff (2007). Visual attention, reaction time, and self-reported alertness upon awakening from sleep bouts of varying lengths. *Experimental Brain Research*, 178, 228-239.

¹³¹ Voir par exemple :

(A) Dinges, D., Orne, E., Evans, F. et Orne, M. (1981). Performance after naps in sleep-conducive and alerting environments. Dans L. Johnson, D. Tepas, W. Colquhoun et M. Colligan, (éds.), *Biological Rhythms, Sleep and Shift Work*. New York : Spectrum Publications.

(B) Evans, F. et Orne, M. (1976). Recovery from fatigue. Annual Summary Report No. 60. Fort Derrick, MD : US Army Medical Research and Development Command.



lieu lorsque la personne est privée de sommeil ou elle est éveillée depuis longtemps,¹³³ ou si elle éprouve du sommeil profond pendant la sieste ou à la fin de celle-ci (c.-à-d., elle se réveille du sommeil profond).¹³⁴

Le débat se poursuit sur la durée de sieste optimale après les 20 premières minutes. Cela est peut-être attribuable en partie à de nombreuses variables, notamment la durée de la période d'éveil intermédiaire¹³⁵ et la durée des différentes phases de la période normale de sommeil¹³⁶ qui ont un effet sur le sommeil profond. Rappelez-vous que les cycles de sommeil se répètent toutes les 90 minutes environ et que la première phase de sommeil profond survient normalement à 30 à 45 minutes après le début du sommeil. Si le réveil pendant le sommeil profond augmente la durée et la gravité de l'inertie du sommeil, alors laisser une personne dormir la totalité de sa phase de sommeil profond pour qu'elle se réveille ensuite lors de la phase de sommeil léger lui donnerait les effets réparateurs du sommeil profond sans augmenter les effets de l'inertie du sommeil. Autrement dit, si

(C) Matchock R. & Mordkoff (2007). Visual attention, reaction time, and self-reported alertness upon awakening from sleep bouts of varying lengths. *Experimental Brain Research*, 178, 228-239.

¹³² Voir par exemple :

- (A) Dinges, D., Orne, M. et Orne, E. (1985). Assessing performance upon abrupt awakening from naps during quasi-continuous operations. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 17, 37-45.
- (B) Dinges, D., Orne, M., Whitehouse, W. et Orne, E. (1987). Temporal placement of a nap for alertness : contributions of circadian phase and prior wakefulness. *Sleep*, 10, 313-329.
- (C) Lavie, P. et Weler, B. (1989). Timing of naps : effects on post-nap sleepiness levels. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 72, 218-224.

¹³³ Voir par exemple :

- (A) Dinges, D., Orne, M. et Orne, E. (1985). Assessing performance upon abrupt awakening from naps during quasicontinuous operations. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 17, 37-45
- (B) Ferrara, M., De Gennaro, L. et Bertini, M. (2000). Voluntary oculomotor performance upon awakening after total sleep deprivation. *Sleep*, 23, 801-811.

¹³⁴ Voir par exemple : Feltin, M. et Broughton, R. (1968). Differential effects of arousal from slow wave sleep and REM sleep. *Psychophysiology*, 5, 231.

¹³⁵ Des périodes d'éveil plus longues augmentent la privation et ainsi l'inertie du sommeil. Voir par exemple : Ferrara, M., De Gennaro, L. et Bertini, M. (2000). Voluntary oculomotor performance upon awakening after total sleep deprivation. *Sleep*, 23, 801-811.

¹³⁶ Rappelez-vous que le sommeil profond survient principalement pendant la première partie d'une période de sommeil nocturne et le fait de se réveiller pendant la première partie de la nuit augmentera donc la probabilité de se réveiller du sommeil profond.



la personne passe du sommeil profond au sommeil léger et ensuite se réveille après 80 minutes, une deuxième période de sommeil profond sera évitée et la durée et gravité de l'inertie du sommeil sera réduite, tout en fournissant à la personne les effets réparateurs du sommeil profond. Cette notion s'appuie sur les recherches qui démontrent que les baisses de performance liées à l'inertie du sommeil étaient plus importantes après une sieste de 50 minutes par rapport aux siestes de 20 et 80 minutes.¹³⁷ De plus, étant donné que le sommeil réduit la fatigue et que les réductions de la fatigue améliorent la performance, les siestes d'une durée de plusieurs heures pourraient également réduire les effets de l'inertie du sommeil sur la performance. Cela dit, les recherches ont démontré que cela n'est peut-être pas le cas. Les siestes de 4 ou de 7 heures augmentent la probabilité d'éprouver des distractions visuelles après l'éveil par rapport à celles d'une heure.¹³⁸ On ignore donc la durée de sieste idéale nécessaire pour réduire les effets de l'inertie du sommeil sur la performance.

En 2011, le BST a mené une enquête sur un accident aérien (A11F0012) impliquant l'inertie du sommeil.¹³⁹ Dans cet accident, le copilote a fait une sieste d'environ 75 minutes pendant le vol. Cette période de sommeil a probablement permis au copilote d'éprouver le sommeil profond. De plus, le copilote était partiellement privé de sommeil en raison d'un sommeil perturbé la nuit précédant le vol et la sieste a eu lieu pendant le creux du rythme circadien. Ces conditions ont sans doute empiré l'inertie du sommeil lorsque le

L'inertie du sommeil est un état de confusion, de désorientation et de diminution de performance qui peut survenir immédiatement

¹³⁷ Stampi, C., Mullington, J., Rivers, M., Campos, J. et Broughton, R. (1990). Ultrashort sleep schedules : Sleep architecture and the recuperative value of multiple 80- 50- and 20 -min naps. Dans J. Horne (Ed.) Sleep, Bochum, U.K. : Pontenagel Press

¹³⁸ Matchock R. et Mordkoff (2007). Visual attention, reaction time, and self-reported alertness upon awakening from sleep bouts of varying lengths. *Experimental Brain Research*, 178, 228-239.

¹³⁹ Rapport d'enquête aéronautique A11F0012, tangage intempestif du Boeing 767-333 C-GHLQ exploité par Air Canada au-dessus de l'Atlantique Nord par 55° 00' N, 029° 00' W, le 14 janvier 2011.



capitaine a réveillé le copilote et a immédiatement commencé à lui parler. Confus et désorienté, le copilote a cru que l'aéronef était sur une trajectoire d'abordage et il a poussé sur le manche. Cette action a entraîné l'accélération verticale de -0,5 g à +2,0 g en 5 secondes. Quatorze passagers et 2 agents de bord ont été blessés au cours de ce tangage intempestif.

Gestion des risques associés à la fatigue

Les risques associés à la fatigue liée au sommeil doivent être gérés de façon efficace dans les activités de transport effectuées en tout temps. Tout comme pour les autres risques, l'objectif doit être de réduire les risques à un niveau aussi faible que raisonnablement possible. Pour ce faire, une approche proactive et multidimensionnelle est nécessaire, impliquant les règlements, les mesures pour prévenir la fatigue qui dépassent les exigences et les mesures pour atténuer les effets de la fatigue.

Règlements

Les règlements qui limitent la durée du temps de travail et qui exigent des périodes de repos minimales représentent le contrôle le plus basique mis en place dans beaucoup de secteurs de l'industrie des transports (mais pas dans tous les secteurs). De tels règlements sont utiles en ce sens qu'ils établissent des limites sur la durée du temps de travail et qu'ils donnent aux travailleurs une occasion de dormir. Ils représentent la seule contribution prévue par les règlements normatifs pour gérer la fatigue.

Les règlements portant sur la durée du temps de travail ne s'adressent qu'à la période de temps durant laquelle le travailleur était présent, ou absent, du travail, à l'intérieur d'une plage de temps définie. Ils n'assurent pas que le travailleur est bien reposé. Essentiellement, ils s'adressent à l'aspect



« juridique » du travailleur, c'est-à-dire si les lois et règlements l'autorisent à travailler, mais ne traitent pas les facteurs contributifs à la fatigue; la possibilité que le travailleur soit trop fatigué pour accomplir son travail en toute sécurité n'est pas prise en considération.

Beaucoup de conventions collectives comprennent également des dispositions sur les périodes de travail et de repos. Certains secteurs de l'industrie ont commencé à adopter des règlements fondés sur la performance qui exigent que les exploitants mettent en place des plans ou des programmes de gestion de la fatigue (comme mentionné ci-dessous).

En matière de règlements et de fatigue, une enquête du BST doit examiner :

- Les dispositions sur les heures de service et de repos dans les règlements et les conventions collectives;
- La mesure dans laquelle ces dispositions fournissent suffisamment l'occasion d'obtenir un sommeil de bonne qualité;
- La mesure dans laquelle ces dispositions correspondent à la science du sommeil et de la fatigue humains;
- La mesure dans laquelle ces dispositions sont respectées.

Prévention

La prévention de la fatigue dans le milieu de travail est une responsabilité partagée entre l'organisme et l'employé.

L'organisme contribue à la prévention de la fatigue en sensibilisant les employés de tous les niveaux sur les causes et les mesures d'atténuation de la fatigue, en établissant des politiques et des procédures appropriées pour la gestion de la fatigue, en fournissant un milieu de travail qui



minimise la fatigue dans la mesure du possible et en visant l'amélioration continue en ce qui concerne la réduction de la fatigue.

La contribution de l'employé comprend l'application de ses connaissances concernant la prévention et les effets de la fatigue en vue de prendre toutes les mesures raisonnables pour se présenter au travail bien reposé, pour utiliser efficacement des mesures contre la fatigue, pour reconnaître les signes de fatigue chez soi et chez ses collègues et pour agir afin de s'assurer que la fatigue provenant des activités effectuées au travail ou en dehors de celui-ci n'engendrent pas des baisses de performance au travail.

Quant à la prévention de la fatigue, l'enquête du BST doit examiner :

- La compréhension de l'employé et du gestionnaire en ce qui concerne leurs responsabilités à l'égard de la prévention de la fatigue;
- Le niveau de compréhension de la science de la fatigue et de la gestion de celle-ci au sein de l'organisme;
- Les politiques et les procédures de l'organisme en matière de fatigue;
- La mesure dans laquelle ces politiques et procédures sont respectées;
- Les efforts de l'organisme pour collecter des données sur la fatigue et s'améliorer continuellement.

Atténuation

Malgré les efforts les plus diligents pour prévenir la fatigue au moyen de la planification, l'éducation, etc., il arrive toujours des cas où un individu se présente au travail sous les effets de la fatigue. En raison des différents facteurs contributifs à la fatigue, non seulement les longues périodes d'éveil et le



travail accompli lors des creux du rythme circadien, mais aussi la maladie (qui affecte l'employé ou un membre de sa famille), de jeunes enfants, des difficultés à dormir ou des imprévus au travail, les effets de la fatigue doivent être atténués.

La fatigue mineure ou modérée peut être atténuée au moyen des mesures contre la fatigue, notamment la caféine, l'exercice et les siestes stratégiques. Quant à un niveau important de fatigue, il se peut que l'employé doive reconnaître son niveau de fatigue et prendre des mesures pouvant aller jusqu'à l'arrêt volontaire du travail.

Tout comme la prévention, l'atténuation de la fatigue est une responsabilité partagée entre l'exploitant et l'employé. Encore une fois, la contribution de l'employeur consiste à fournir de la sensibilisation et à établir des politiques et procédures aidant à atténuer la fatigue; l'employé est responsable de prendre des mesures raisonnables pour qu'il soit en mesure de reconnaître la fatigue et de gérer la situation.

Aux fins de l'enquête, on doit comprendre :

- La sensibilisation et les outils à la disposition des employés pour les aider à évaluer leur niveau actuel de fatigue;
- Les politiques et procédures en place pour atténuer les effets de la fatigue sur la sécurité des employés;
- La disponibilité des mesures contre la fatigue et la fréquence d'utilisation de celles-ci dans le milieu de travail;
- Le niveau de confort de l'employé lorsqu'il signale la fatigue et qu'il prend des mesures pour l'atténuer.



Approches fondées sur la performance pour gérer la fatigue

Programmes de gestion de la fatigue

En vertu des exigences des règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation, les compagnies ferroviaires doivent soumettre à Transports Canada des programmes de gestion de la fatigue.

Les aspects suivants doivent être pris en compte dans chaque programme de gestion de la fatigue :

- a) Sensibilisation et formation
- b) Méthodes d'établissement des horaires
- c) Situations d'urgences
- d) Stratégies destinées à assurer la vigilance
- e) Environnements de repos
- f) Politiques de mise en œuvre
- g) Évaluations des programmes de gestion de la fatigue et de l'efficacité de la gestion des équipes¹⁴⁰

Systemes de gestion des risques liés à la fatigue (SGRF)

En reconnaissant les limitations des règlements concernant le temps de travail et de repos, certains secteurs de l'industrie des transports ont commencé à adopter des systèmes de gestion des risques liés à la fatigue. Transports Canada (aérien) décrit un SGRF comme étant : « un ensemble intégré de

¹⁴⁰ Transports Canada (2011). Programmes de gestion de la fatigue : exigences et guide d'évaluation. Date de révision : le 1^{er} mars 2011. Extrait le 13 mai 2014 du <http://www.tc.gc.ca/fra/securiteferroviaire/lignesdirectrices-618.htm>



politiques, procédures et pratiques conçues pour vous aider à surveiller et améliorer les aspects de santé et de sécurité reliés à la fatigue au sein de votre entreprise ». ¹⁴¹ La transition vers un tel système est soutenue par l'OACI ¹⁴² et des associations de pilotes, pourvu que les données recueillies à l'aide d'un tel système soient utilisées et protégées de façon appropriée. ¹⁴³

Transports Canada n'a pas encore demandé que les exploitants soumettent des SGRF, mais il est prévu que les SGRF seront intégrés dans les systèmes de gestion de la sécurité de chaque entreprise. Les SGRF doivent inclure les éléments suivants :

- Une déclaration d'engagement des cadres supérieurs;
- Une définition des objectifs du SGRF et une description des responsabilités de tout employé en ce qui concerne la gestion des risques liés à la fatigue;
- Les exigences en matière de formation;
- Les procédures de rapport des risques liés à la fatigue;
- Une politique sur l'établissement de rapports concernant la fatigue (y compris, par exemple, les mesures pouvant être prises pour punir le non-respect);
- Une procédure visant l'évaluation et l'amélioration continue du SGRF.

Ces éléments sont conçus pour assurer que le SGRF aborde les 5 niveaux de contrôle des risques liés à la fatigue présentés à la figure ci-dessous :

¹⁴¹ Transports Canada (2007). Système de gestion des risques liés à la fatigue pour le milieu aéronautique canadien - lignes directrices pour l'élaboration de politiques et de procédures. TP 14576E, avril 2007. Extrait le 3 juillet 2013 du : <http://www.tc.gc.ca/Publications/fr/tp14576/pdf/hr/tp14576f.pdf>

¹⁴² Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) (2012). Systèmes de gestion des risques de fatigue - Manuel des réglementeurs. OACI DOC 9966. Extrait le 3 juillet 2013 du : <http://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS Tools/Doc 9966.FRMS.2011 Edition.fr.pdf>

¹⁴³ Airline Pilots Association (ALPA) (2008). Air Line Pilots Association White Paper : Fatigue Risk Management Systems. Extrait le 3 juillet 2013 du : http://www.alpa.org/portals/alpa/pressroom/inthecockpit/FatigueRiskMSWP_6-2008.pdf

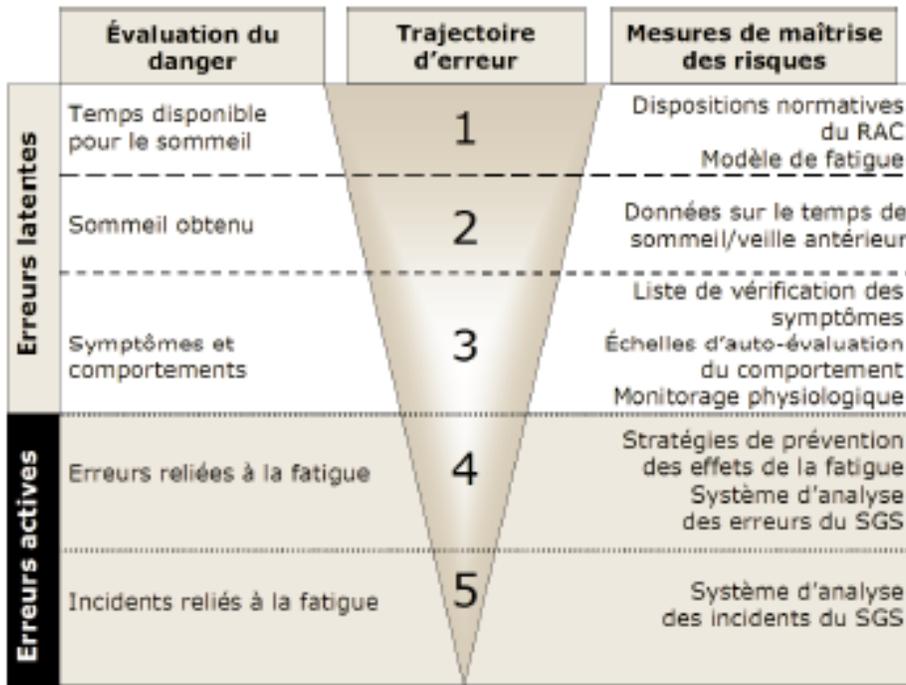


Figure 3 : modèle de contrôle des 5 niveaux des risques liés à la fatigue (TC, 2007)



La méthode d'enquête de la fatigue en 3 étapes

L'analyse de la fatigue liée au sommeil dans le cadre d'un événement de transport se fait en 3 étapes :

1. Détermination du niveau de fatigue actuel;
2. Détermination du rôle éventuel joué par la fatigue dans l'évènement;
3. Détermination de la suffisance des pratiques en place pour la gestion efficace des risques de fatigue.

Il peut être difficile d'en arriver à une conclusion quant au rôle de la fatigue étant donné qu'il existe de nombreuses variables pouvant influencer la performance humaine. Il existe toujours une petite probabilité qu'un facteur autre que la fatigue soit la cause principale de l'évènement. Une analyse méthodique de la présence et de l'influence de la fatigue permettra de tirer des conclusions justifiables concernant le rôle joué par la fatigue dans l'accident ou l'incident.

Première étape : détermination du niveau de fatigue actuel (vérification de la présence)

La première étape cruciale dans une enquête sur la fatigue est de déterminer si, lors d'un événement important sur le plan de la sécurité,¹⁴⁴ la fatigue était suffisamment importante pour affecter la performance d'une personne impliquée dans. Il s'agit de la vérification de la présence de la fatigue. S'il est probable que la fatigue était un facteur, le BST l'enregistre comme un fait établi quant aux risques, même s'il est déterminé par la suite que la fatigue n'a pas contribué à l'évènement.

Collecte des données

La collecte des données nécessaires pour mener une enquête sur la fatigue doit être réalisée le plus tôt possible après l'évènement. Plus on attend pour collecter les informations sur le sommeil d'une personne impliquée, plus il sera difficile pour cette personne de se rappeler des données nécessaires.

¹⁴⁴ Un événement important sur le plan de la sécurité est un événement qui a joué ou qui aurait pu jouer un rôle dans l'accident.



De plus, collecter les données nécessaires avec diligence réduira le besoin d'estimer les paramètres manquants et le besoin de tirer des conclusions trop conservatrices. **Un formulaire de collecte et d'analyse des données sur la fatigue se trouve à l'Annexe A.** L'utilisation de ce formulaire dans le cadre de la collecte des données facilitera la recherche sur la fatigue plus tard au cours de l'enquête, même si la fatigue n'est pas originalement. Toute question doit faire l'objet d'un examen profond, surtout si l'employé travaille par quarts, ce qui peut avoir une influence sur plusieurs facteurs de risque.

Cycle sommeil-éveil optimal

Pour vérifier la présence de la fatigue, il est primordial de collecter des données afin de déterminer le cycle sommeil-éveil optimal de la personne impliquée dans l'évènement important sur le plan de la sécurité. En l'absence d'un cycle sommeil-éveil bien documenté, il est peu probable que l'analyse des données conduira à des conclusions valables. Le cycle sommeil-éveil optimal servira de référence aux fins de comparaison avec le cycle sommeil-éveil récent de la personne concernée. Pour déterminer ce cycle, il est important de déceler la quantité et la qualité de sommeil dont la personne a normalement besoin afin de maintenir la vigilance et la performance optimale pendant une période d'éveil subséquente. Autrement dit, on doit déterminer la quantité et la qualité de sommeil nécessaire pour que la personne ne devienne pas fatiguée avant la période de sommeil suivante. Rappelez-vous que la quantité quotidienne moyenne de sommeil requise est de 7 à 8 heures, mais la quantité normale peut varier entre 6 et 9 heures selon la personne. Si la personne est disponible pour une entrevue, sa qualité et sa quantité de sommeil optimales peuvent être déterminées en lui posant des questions sur son cycle sommeil-éveil lors de ses jours de congé ou de vacances. Assurez-vous de demander combien d'heures dort la personne lors de ces jours, et si elle croit avoir besoin de plus de

Déterminer le cycle sommeil-éveil optimal pour maintenir la vigilance et la performance sans devenir fatigué avant le temps de se coucher.



sommeil pour se sentir bien au cours de la journée. Une détermination de l'heure de coucher, du temps requis pour s'endormir (aussi appelé la latence d'endormissement), du nombre, de la durée et de l'heure des éveils, de l'heure de réveil et de lever, ainsi que des détails sur les siestes et de la durée de la période de sommeil total aidera à établir le cycle sommeil-éveil de référence optimal. Si la personne éprouve normalement un sommeil perturbé, par exemple une période d'éveil de trente minutes par nuit, la période de sommeil totale peut être réduite, à condition que la fréquence et la durée des périodes d'éveil ne perturbent pas la qualité du sommeil, auquel cas il peut être question de fatigue chronique.

Si la personne n'est pas disponible pour une entrevue, il peut s'avérer nécessaire d'obtenir les informations auprès d'une autre personne qui connaît intimement son cycle sommeil-éveil optimal et sa quantité et qualité de sommeil, tout en gardant à l'esprit les inexactitudes possibles. Si l'on ne peut pas déterminer le cycle sommeil-éveil optimal d'une personne, on peut supposer que le cycle sommeil-éveil « classique » décrit dans la section « L'essentiel sur le sommeil » (p. ex., 7,5 heures de sommeil de bonne qualité qui commencent et terminent à des heures logiques). Il est important d'être prudent en supposant un cycle sommeil-éveil « classique », car cela réduira la probabilité de surestimation de la fatigue lors de la phase d'analyse.

Antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil

Une fois le cycle sommeil-éveil optimal déterminé, il faut déterminer les antécédents récents relatifs au cycle sommeil-éveil. Cela se fait en déterminant d'abord la période pendant laquelle la personne aurait été éveillée et puis la période de sommeil. Par exemple, les horaires de travail, les données concernant les clés d'hôtel, les relevés téléphoniques, les relevés de carte de crédit détaillés et les souvenirs des émissions de télévision peuvent servir d'indicateurs utiles de la période d'éveil. On

Déterminer les antécédents relatifs au sommeil-éveil en calculant à rebours les deux dernières nuits de sommeil de bonne qualité et quantité.



peut déterminer un cycle de sommeil-éveil précis en affichant graphiquement les périodes d'éveil en fonction des données sur l'éveil, comme illustre le tableau 1 ci-dessous, puis en demandant à la personne de regarder les données et d'indiquer les périodes pendant lesquelles il dormait. Bien qu'il soit difficile pour les gens de déterminer la qualité de leur propre sommeil, les périodes de sommeil que l'on croit avoir été de mauvaise qualité doivent être prises en note. L'enregistrement du cycle sommeil-éveil par rapport à l'heure du domicile – c'est-à-dire le fuseau horaire avec lequel la personne est synchronisée sur le plan biologique – peut réduire la confusion dans les cas où la personne a traversé des fuseaux horaires. En outre, plutôt que limiter arbitrairement les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil aux 72 dernières heures, il faut essayer de construire une histoire précise et détaillée de ces antécédents remontant aux 2 dernières nuits¹⁴⁵ de sommeil de bonne quantité et qualité. La majorité des recherches sur la privation de sommeil indiquent que 2 nuits de sommeil réparateur de bonne quantité et qualité suffisent pour ramener la performance au niveau de référence.¹⁴⁶ En comptant à rebours des 2 dernières nuits de sommeil de bonne quantité et qualité, on peut déterminer un point de départ pour calculer un déficit de sommeil. Si les détails précis sur le sommeil ne sont pas disponibles, demandez à la personne quand elle aurait probablement dormi, compte tenu du cycle d'éveil.

Si la personne n'est pas disponible, il peut être difficile de déterminer la période de sommeil. Il se peut que les informations provenant des colocataires, des collègues, des conjoints et d'autres personnes doivent être prises en compte. S'il n'est pas possible de déterminer les périodes de sommeil depuis ces informations, on peut donc supposer que la personne a essayé de maintenir un cycle de sommeil cohérent avec son cycle optimal, tel qu'indiqué ci-dessus; si les détails sur son cycle

¹⁴⁵ Le sommeil nocturne, par opposition au sommeil diurne, est nécessaire.

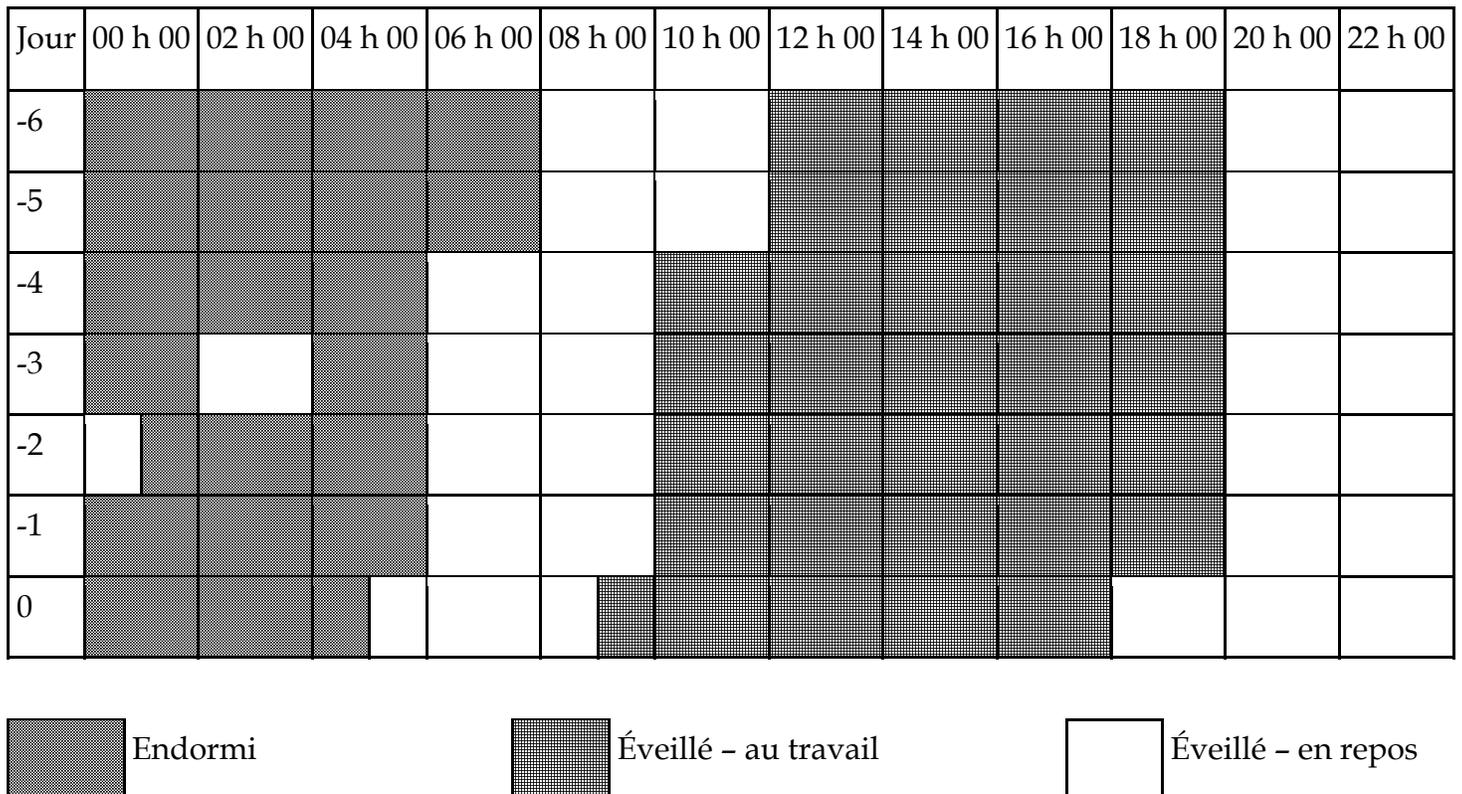
¹⁴⁶ Voir par exemple :

- (A) Drummond, S., Paulus, M. et Tapert, S. (2006). Effects of two nights sleep deprivation and two nights of recovery sleep on response inhibition. *Journal of Sleep Research*, 15(3), 261-265.
- (B) Wehrens, S., Hampton, S., Kerkhofs, M. et Skene, D. (2012). Mood, alertness, and performance in response to sleep deprivation and recovery sleep in experienced shiftworkers versus non-shiftworkers. *Chronobiology International*, 29(5), 537-548.



sommeil-éveil optimal ne sont pas disponibles, le cycle « classique » mentionné dans la section « L'essentiel sur le sommeil » peut être utilisé pour estimer les périodes de sommeil.

Tableau 1 : exemple d'un antécédent relatif au cycle sommeil-éveil.



Enregistrer au moins les 2 dernières nuits consécutives de sommeil de bonne quantité et qualité.

Utiliser des blocs de 15 minutes. Des blocs de 2 heures sont utilisés ici pour simplifier l'affichage.

Antécédents médicaux et psychologiques

Une collecte approfondie des données sur les antécédents médicaux et psychologiques d'une personne est nécessaire pour déterminer si des troubles du sommeil, des conditions médicales et psychologiques, des maladies ou des médicaments ont augmenté le risque de fatigue ou non. Un bon point de départ est de demander simplement si la personne a reçu un diagnostic d'une condition



médicale ou psychologique ou relatif à un trouble du sommeil. S'il n'est pas possible de demander à la personne directement, ou si une proche ne peut fournir des informations sur les diagnostics, il peut être nécessaire d'examiner les dossiers médicaux et psychologiques. Les psychologues notent souvent des troubles du sommeil qui ne sont pas signalés aux médecins. Par exemple, beaucoup de psychologues ont reçu une formation sur les thérapies cognito-comportementales pour traiter l'insomnie psychophysiologique. Le trouble du sommeil peut donc être signalé et traité par le psychologue, mais le médecin ignore peut-être le trouble du sommeil du patient. De plus, beaucoup de psychologues traitent les troubles de dépression et d'anxiété, toutes deux liées au stress et à une diminution de la qualité de sommeil.

Le manque de diagnostics ne signifie pas que la personne ne souffre pas de condition médicale ou psychologique ou de trouble du sommeil. Par exemple, elle peut souffrir d'un trouble du sommeil non diagnostiqué. On doit donc poser des questions au moins sur les symptômes des troubles du sommeil. Les questions générales telles que « Avez-vous du mal à vous endormir, à rester endormi ou vous réveillez-vous trop tôt? », « Ronflez-vous? » « Vous sentez-vous fatigué pendant vos jours de congé? » ou « Votre conjoint vous a-t-il dit que vous bougez les jambes lorsque vous dormez? » peuvent être utiles pour déterminer si un trouble du sommeil est présent. En outre, l'encolure et l'indice de masse corporelle (IMC) doivent être mesurés, car ils peuvent prédire le risque d'apnée obstructive du sommeil.



Si l'on soupçonne un trouble du sommeil, pensez à demander à la personne de faire l'objet d'une étude du sommeil la nuit et d'un examen de la fatigue pendant la journée,¹⁴⁷ menée dans une clinique de traitement des troubles du sommeil réputée et gérée par un médecin homologué par l'American Board of Sleep Medicine (ABSM).¹⁴⁸ Le médecin peut fournir un rapport contenant des preuves concluantes pour confirmer ou infirmer la présence d'un trouble du sommeil, et pour documenter les niveaux actuels de la fatigue diurne.

Dans le cadre de la collecte des données en vue d'élaborer les antécédents médicaux et psychologiques, les niveaux de stress personnel doivent également être examinés. Le stress mental peut diminuer la qualité de sommeil et ainsi augmenter le risque de fatigue. Il peut être utile de poser des questions telles que « Pouvez-vous me renseigner sur le stress que vous éprouvez? ».

Une liste complète de tous les médicaments ingérés au cours du dernier mois doit également être dressée. Cette liste doit comprendre les quantités et l'heure d'ingestion. Assurez-vous de collecter des informations sur tous les médicaments, y compris les médicaments en vente libre et par ordonnance, les remèdes à base de plantes et naturopathiques et les drogues à usage récréatif, ainsi que la nicotine et toute source de caféine (p. ex., le chocolat, le café, le thé et les boissons énergétiques). Bien que les substances ingérées récemment doivent constituer la préoccupation principale, ne limitez pas l'enquête aux 2 derniers jours. Certains médicaments

Renseignez-vous sur les antécédents médicaux et psychologiques afin de déterminer si un trouble de sommeil, une maladie ou une drogue a joué un rôle dans l'incident.

¹⁴⁷ Les études sur le sommeil ne sont exactes qu'au moment où elles sont effectuées et peuvent ne pas refléter l'état de santé du patient au moment de l'incident. Des évaluations précises de la fatigue sont réalisées au moyen du test itératif de latence à l'endormissement (TILE) et le Test de maintien de la vigilance (TMV). Cependant, ces tests ne sont exacts qu'au moment où ils sont effectués et peuvent ne pas refléter les niveaux de fatigue au moment de l'événement.

¹⁴⁸ Il sera peut-être nécessaire pour le BST de couvrir les dépenses de ces tests.



peuvent demeurer dans le corps pendant des jours ou des semaines, et leurs effets sur la fatigue ou la performance dépendent des facteurs comme la durée de l'ingestion ou de l'exposition et la quantité ingérée.

Certaines entreprises exigent que tout employé impliqué dans un accident subisse des tests d'urine ou de sang, et beaucoup de services d'urgences d'hôpitaux analysent régulièrement de l'urine et du sang. Ces tests peuvent identifier certaines substances ingérées, mais ils ne sont peut-être pas des prédicteurs exacts de la fatigue ou des baisses de performance. Pensez toujours à obtenir un échantillon de sang prélevé par l'entreprise ou l'hôpital et un échantillon d'urine aux fins d'analyse par un laboratoire indépendant. Assurez-vous de choisir un laboratoire pouvant détecter de bas niveaux de substances susceptibles d'influencer la fatigue et la performance.

Veillez noter que la chimie et l'activité électrique du cerveau changent lors des augmentations de la fatigue et de la somnolence,¹⁴⁹ mais aucun test de sang ou d'urine ne peut estimer les niveaux de fatigue. Ayez recours à l'aide liée aux facteurs humains lors des demandes pour les échantillons médicaux.

¹⁴⁹ Pour une compréhension complète des changements électriques et chimiques dans le cerveau qui coïncident avec le sommeil, référez-vous à : Anch, A., Browman, C., Mitler, M. et Walsh, J. (1988). *Sleep : A Scientific Perspective*. New Jersey : Prentice-Hall.



Analyse

Une fois une référence pour le cycle sommeil-éveil optimal établie¹⁵⁰ (basée sur les données recueillies lors de l'entrevue avec la personne impliquée et les autres qui connaissent intimement les cycles journaliers de la personne, ou sur un cycle sommeil-éveil « classique »), il sera possible d'analyser les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil et les antécédents médicaux et psychologiques, et de vérifier la présence et l'ampleur de tout facteur de risque de fatigue. La prudence est de mise à ce stade. Aucune formule rigide ne peut être appliquée aux facteurs de risque de fatigue pour déterminer si la fatigue était suffisante pour diminuer la performance. On doit prendre en compte l'importance de chaque facteur de risque et le nombre de ces facteurs. Par exemple, une personne a peut-être dormi 3 heures de moins que la normale la nuit précédant l'accident, ce qui confirme la présence d'une perturbation aigüe du sommeil, mais elle n'était pas nécessairement fatiguée si l'évènement important sur le plan de la sécurité a eu lieu tôt dans la journée. En revanche, une heure de sommeil de moins pendant 3 périodes de sommeil consécutives peut entraîner la fatigue.

Ne pouvant compter sur une formule, le test de présence de fatigue nécessite une bonne connaissance de la littérature scientifique. Les enquêteurs sont fortement encouragés à utiliser la feuille de travail de collecte des données et d'analyse sur la fatigue lors des enquêtes. On peut obtenir de l'aide en communiquant avec le directeur de la macroanalyse et des facteurs humains.

Aucune formule ne peut être appliquée aux facteurs de risque de fatigue pour vérifier la présence de la fatigue.

¹⁵⁰ C.-à-d., les détails concernant la qualité et la quantité de sommeil requis pour qu'une personne maintienne la vigilance et la performance pendant la période d'éveil.



Perturbation aigüe du sommeil

Afin de déterminer si une personne souffrait d'une perturbation aigüe du sommeil au moment de l'évènement important sur le plan de la sécurité, il est nécessaire de comparer les 3 périodes de sommeil les plus récentes ayant lieu immédiatement avant l'évènement avec le cycle sommeil-éveil optimal de la personne ou avec le cycle sommeil-éveil « classique ».

1. Si la personne a une perte de sommeil de 30 minutes ou plus selon la normale pendant l'une des 3 périodes de sommeil les plus récentes par rapport au cycle de sommeil-éveil optimal ou au cycle « classique » de 7 à 8 heures de sommeil par période, cela peut indiquer la présence d'un facteur de risque de perturbation aigüe du sommeil.
2. Rappelez-vous que les éveils ne perturbent pas le sommeil de bonne qualité « classique ». Si le cycle sommeil-éveil optimal ne peut être utilisé comme référence et un ou plusieurs éveils de 30 minutes sont survenus pendant 1 des 3 périodes de sommeil les plus récentes, cela peut donc indiquer la présence d'un facteur de risque de perturbation aigüe du sommeil. Par ailleurs, si le cycle sommeil-éveil optimal peut être utilisé aux fins de comparaison et les éveils étaient plus fréquents à un autre moment ou ils duraient plus longtemps que la normale pendant 1 des 3 périodes de sommeil les plus récentes, cela peut indiquer la présence d'un facteur de risque de perturbation aigüe du sommeil.

Ces 3 conditions sont précisées par l'expression « peut indiquer » parce que l'importance et la synchronisation de chaque condition doivent être prises en compte tout comme le nombre de conditions remplies. Par exemple, si une personne a dormi 2 heures de moins que l'exige son cycle sommeil-éveil optimal pendant les 3 nuits précédant l'évènement, et a ensuite obtenu 2 heures de sommeil récupérateur la nuit immédiatement avant l'évènement, il est peu probable que le facteur de risque de fatigue liée à une perturbation de sommeil soit présent. Cependant, si la personne n'a pas



obtenu les 2 heures de sommeil récupérateur, elle a éprouvé plus d'éveils que la normale pendant son cycle sommeil-éveil optimal les 2 nuits immédiatement avant l'évènement, et elle s'est endormie 30 minutes plus tard et s'est réveillée 30 minutes plus tôt que la normale la nuit immédiatement avant l'évènement, il est probable que le facteur de risque de fatigue liée à une perturbation de sommeil soit présent.

Perturbation chronique du sommeil

On peut évaluer les perturbations du sommeil chroniques en comparant les antécédents complets relatifs au cycle sommeil-éveil au cycle sommeil-éveil optimal ou au cycle « classique ».

1. Si le cycle sommeil-éveil optimal ne peut être utilisé comme référence et si les éveils surviennent fréquemment pendant tous les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil, cela peut indiquer la présence d'un facteur de risque de perturbation chronique du sommeil. Par ailleurs, si le cycle sommeil-éveil est disponible et les éveils sont plus fréquents, ont lieu à de différentes heures ou ont duré plus longtemps par rapport au cycle sommeil-éveil optimal, cela peut également indiquer la présence d'un facteur de risque de perturbation chronique du sommeil.
2. S'il existe un déficit de sommeil de 8 heures ou plus au moment de l'évènement important sur le plan de la sécurité, il existe un facteur de risque de perturbation chronique du sommeil. S'il existe un déficit de sommeil de moins de 8 heures, cela peut indiquer la présence du facteur de risque de perturbation chronique du sommeil.

Tout comme les conditions associées à la perturbation aiguë du sommeil, les 2 premières conditions de la perturbation chronique du sommeil sont précisées par l'expression « peut indiquer ». Ici encore, l'importance et la synchronisation de chaque condition doivent être prises en compte tout comme le nombre de conditions remplies.



En ce qui concerne la dernière condition, une durée de 8 heures sert de seuil pour un déficit de sommeil qui aura une influence sur la performance, car cela équivaut au manque d'une période de sommeil complète chez la plupart des gens; par conséquent, il y aura presque certainement un niveau de fatigue pouvant diminuer certains aspects de la performance. En règle générale, plus le déficit de sommeil est élevé, plus le degré de confiance que la fatigue était présente à un niveau pouvant nuire à la performance est élevé.

État d'éveil continu

Pour calculer la période d'éveil continu, on peut utiliser les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil et calculer à rebours à partir du moment de l'évènement important sur le plan de la sécurité jusqu'à la fin de la dernière période de sommeil complète. Le nombre d'heures entre ces 2 points représente la période d'éveil continu. Si la personne a fait une sieste de moins d'une heure entre ces points, la sieste peut être prise en compte dans le calcul de la période d'éveil continu. Il est peu probable que les siestes de moins d'une heure réduisent le risque de fatigue pendant la période d'éveil subséquente, car une personne nécessite normalement 30 à 45 minutes pour atteindre le sommeil profond. Si la personne a fait une sieste de plus d'une heure, celle-ci ne doit pas être prise en compte lors du calcul de la période d'éveil continu. Une fois la période d'éveil continu calculée, on doit prendre en compte les seuils suivants :

1. Si la personne était éveillée pendant 17 heures, cela peut indiquer la présence du facteur de risque de fatigue liée à l'éveil continu. Si les heures d'éveil continu se produisent la nuit, un seuil plus conservateur peut être utilisé.
2. Si la personne était éveillée pendant 22 heures ou plus, le facteur de risque de fatigue liée à l'éveil continu existe.



Comme pour les facteurs de risque de perturbation du sommeil, les 2 premières conditions du facteur de risque de fatigue liée à l'éveil continu sont précisées par l'expression « peut indiquer ». Comme mentionné dans la section « Conditions médicales et psychologiques, maladies et médicaments », la caféine a des effets stimulants. Les recherches ont démontré que des contre-mesures prises à un moment approprié, telles que la consommation de caféine à des moments stratégiques, peuvent réduire le risque de fatigue.¹⁵¹ Il peut donc être possible pour une personne qui a ingéré de la caféine de rester éveillée pendant de longues périodes sans éprouver les effets de la fatigue sur la performance.

Effets du rythme circadien

Au point de vue pratique, les règles générales fondées sur les conclusions de la recherche au sujet du rythme circadien de fatigue et de la période d'ajustement de ce rythme sont utilisées pour déterminer la probabilité de la fatigue liée aux effets du rythme circadien.

Synchronisation du rythme circadien

1. Si la personne est impliquée dans l'évènement important sur le plan de la sécurité pendant le creux du rythme circadien (22 h 30 à 4 h 30 +/- 1,5 heure pour tenir compte des variables individuelles), cela peut indiquer la présence du facteur de risque de fatigue liée aux effets de la synchronisation du rythme circadien.
2. Si la personne est impliquée dans l'évènement important sur le plan de la sécurité pendant le creux du rythme circadien après le dîner (14 h 00 +/- 0,75 heure pour tenir compte des variabilités individuelles), cela peut indiquer la présence du facteur de risque de fatigue liée aux effets de la synchronisation du rythme circadien.

¹⁵¹ Les preuves scientifiques soutiennent l'utilisation des boissons énergisantes contenant de la caféine comme mesure efficace contre la fatigue pendant un quart de nuit. Voir par exemple : Jay, S., Petrilli, R., Ferguson, S., Dawson, D. et Lamond, N. (2006). The suitability of a caffeinated energy drink for night-shift workers. *Physiology & Behavior*, 87(5), 925-931.



Désynchronisation du rythme circadien

Pour évaluer cet élément du facteur de risque de fatigue lié aux effets du rythme circadien, on doit examiner les changements fréquents du cycle de sommeil dans les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil et comparer la période d'ajustement du rythme circadien avec la période d'ajustement optimale.

Pour déterminer la fréquence des changements au cycle de sommeil, on doit examiner les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil pendant les 8 jours précédant l'évènement important sur le plan de la sécurité. Si ces antécédents ont été compilés en appliquant le cycle de sommeil « classique », il peut être prudent de rechercher dans ces données les périodes de travail qui auraient nécessité des modifications des cycles de sommeil plutôt que de compter sur les estimations « classiques » de ces cycles. Sinon, il serait préférable d'examiner la régularité du sommeil signalée par la personne impliquée dans l'évènement important sur le plan de la sécurité. Il sera nécessaire de calculer le nombre de petits changements d'environ une heure par rapport aux heures de début de sommeil et le nombre de grands changements d'environ 3 heures ou plus par rapport aux heures de début de sommeil.

Pour comparer les périodes réelles et optimales d'ajustement du rythme circadien, on doit d'abord examiner les antécédents du cycle sommeil-éveil afin de déterminer un point où le sommeil est survenu au même moment pendant au moins 2 périodes de sommeil consécutives. Il peut être utile de commencer par le début des antécédents, au point où la personne a obtenu ses 2 dernières nuits de sommeil de bonne qualité et quantité. Ensuite, il faut déterminer la différence horaire et antihoraire entre les heures de début de sommeil à chaque point et les heures de début de sommeil pendant la période immédiatement avant l'évènement important sur le plan de la sécurité. Enfin, il faut calculer le nombre de jours entre ces 2 points. Ce calcul représente la période d'ajustement du rythme circadien réelle.



Pour calculer la période d'ajustement optimale, divisez une différence d'heures horaire par 1,5 et divisez une différence d'heures antihoraire par 1,0 afin d'obtenir le nombre de jours optimal nécessaire pour ajuster complètement le rythme circadien.

1. S'il y a de petits changements fréquents (1 à 3 heures) ou un ou plus grands changements (plus de 3 heures) à l'heure de début du sommeil, cela peut indiquer la présence du facteur de risque de fatigue liée aux effets de la désynchronisation du rythme circadien.
2. Si la période d'ajustement réelle du rythme circadien est inférieure à la période d'ajustement optimale, le facteur de risque de fatigue liée la désynchronisation du rythme circadien existe.

La première condition mentionnée ci-dessus a été précisée par l'expression « peut indiquer », car si la plus grande partie de la période de sommeil, soit aussi peu que 4 heures, survient à la même heure chaque jour, elle peut servir à « ancrer » les rythmes circadiens¹⁵² et à réduire la probabilité de la désynchronisation du rythme circadien.

Troubles du sommeil

Un examen des informations tirées des antécédents médicaux et psychologiques aidera à vérifier la présence du facteur de risque de fatigue liée aux troubles du sommeil. Si la personne a fait l'objet d'un diagnostic de trouble du sommeil, ou si elle signale des symptômes correspondant à un trouble du sommeil, le trouble doit être étudié pour déterminer si la fatigue en est normalement un résultat. Une partie de ces recherches doit déterminer si le traitement ou la gestion du trouble peut réduire la fatigue, et si le trouble du sommeil a été bien traité ou géré (p. ex., si la VPPC a été prescrite à une

¹⁵² Mills, J. N., Minors, D. S. et Waterhouse, J. M. (1978). Exogenous and endogenous influences on rhythms after sudden time shifts. *Ergonomics*, 21, 755-761.



personne souffrant d'apnée, et si la personne respectait le traitement; souvent, les machines de la VPPC enregistrent le degré d'utilisation).

Comme mentionné dans la section « Collecte des données » ci-haut, si l'on soupçonne la présence d'un trouble du sommeil, une évaluation menée dans une clinique de traitement des troubles du sommeil réputée peut fournir des données objectives et doit être demandée lorsque cela est possible.

1. Si un diagnostic de trouble du sommeil a été posé et que ce trouble n'est pas géré de manière efficace, le facteur de risque de fatigue liée à un trouble du sommeil existe.
2. Si des symptômes correspondant à un trouble du sommeil ont été signalés, cela peut indiquer la présence du facteur de risque de fatigue liée à un trouble du sommeil.

Il faut également prendre en considération l'efficacité du traitement ou de la gestion de la condition en ce qui concerne la réduction de la fatigue.

Conditions médicales, maladies et médicaments

Comme pour le facteur de risque de fatigue liée à un trouble du sommeil, un examen des informations tirées des antécédents médicaux et psychologiques aidera à vérifier la présence du facteur de risque de fatigue liée aux conditions médicales ou psychologiques, aux maladies et aux médicaments. Toutes les conditions médicales et maladies que la personne a présentées au moment de l'évènement important sur le plan de la sécurité doivent être étudiées afin de déterminer si la fatigue est un symptôme ou un résultat de la condition ou maladie. Rappelez-vous que certaines conditions médicales peuvent entraîner la fatigue même si elles ne sont pas considérées comme étant des maladies. Par exemple, une condition qui produit les douleurs, telles que la lombalgie commune, peut perturber le sommeil et engendrer la fatigue. Il faut également prendre en considération l'efficacité du traitement ou de la gestion de la condition en ce qui concerne la réduction de la fatigue.



De plus, l'ingestion de tout médicament en vente libre, par ordonnance, à base de plantes et naturopathique et de toute drogue à usage récréatif, ainsi que d'alcool, de caféine et de nicotine doit être étudiée. Il se peut que la substance entraîne la fatigue directement ou indirectement par l'intermédiaire du sommeil perturbé, et ce, en fonction de la dose, de la quantité ou de l'heure d'ingestion.

1. Si la personne souffrait d'une condition médicale ou psychologique ou d'une maladie dont la fatigue est un symptôme ou un résultat en raison d'un sommeil de mauvaise qualité, cela peut indiquer la présence du facteur de risque de fatigue liée aux conditions médicales ou psychologiques, aux maladies ou aux médicaments.
2. Si la personne a pris un médicament qui induit la fatigue directement ou par l'intermédiaire du sommeil de mauvaise qualité, cela peut indiquer la présence du facteur de risque de fatigue liée aux conditions médicales ou psychologiques, aux maladies ou aux médicaments.

Conclusions tirées du test de présence

Au terme du test de présence de la fatigue, on sera en mesure de déterminer s'il y avait suffisamment de fatigue pour nuire à la performance au moment de l'évènement important sur le plan de la sécurité. Il n'établit pas de rapport de causalité, car cela est abordé par le prochain test. Les déclarations concernant le niveau de fatigue sont normalement précisées par des expressions de certitude comme « n'était probablement pas fatigué », « était peut-être fatigué » et « était très probablement fatigué ». Le niveau de certitude pouvant

L'équipe sur les facteurs humains peut faciliter la formulation de conclusions sur la présence de la fatigue comme facteur de risque dans l'évènement.



être appliqué à la conclusion dépend de ce que l'on a appris sur la présence et l'importance des facteurs de risque de fatigue. Il pourrait y avoir des exceptions à cette approche dans des cas où les données ne suffisent pas pour formuler des conclusions ou quand les données sont concluantes, par exemple lorsqu'une personne indique s'être endormie ou que l'on a observé qu'elle s'est endormie. Dans ces cas, il peut s'avérer nécessaire de formuler des conclusions telles que « les données n'étaient pas concluantes et la fatigue ne pouvait être exclue/include » ou « étant donné que le personnel de conduite s'était endormi, la fatigue était certainement présente ». Le BST n'émet pas de déclarations sur l'absence d'un facteur, par exemple « la présence de la fatigue ne pouvait être exclue », mais le Bureau peut faire des commentaires sur la qualité des données disponibles, par exemple « les données ne suffisaient pas pour formuler des conclusions sur l'importance de la fatigue », tant que ces commentaires ne sont pas utilisés pour laisser entendre aux lecteurs que la fatigue était ou aurait été présente.

Un examen des facteurs de risque de fatigue qui pouvaient être présents et de l'importance de chaque facteur aidera à déterminer la probabilité que la personne était fatiguée. Rappelez-vous qu'aucune formule ne peut être appliquée pour déterminer cette probabilité. La présence d'un facteur de risque de fatigue de grande importance peut suffire pour conclure que la personne était fatiguée. Par exemple, si une perturbation aigüe du sommeil était présente sous forme d'une période de sommeil de 2 heures la nuit précédant l'évènement important sur le plan de la sécurité, et que cet évènement a eu lieu 15 heures après le réveil, il serait raisonnable de conclure que la personne était très probablement fatiguée.

Par ailleurs, une combinaison des facteurs de risque de fatigue de faible importance peut suffire pour conclure que la personne était fatiguée. Par exemple, dans le cas où la personne a fait l'objet d'un diagnostic d'apnée obstructive du sommeil, cette apnée n'a pas été traitée, un déficit de sommeil de 4 heures a été calculé et la personne a travaillé de nombreux quarts nécessitant plusieurs changements



au cycle de sommeil au cours d'une courte période, il serait raisonnable de conclure que la personne était probablement fatiguée.

Il peut être difficile de tirer des conclusions du test de présence de la fatigue. Si ce test est « positif » (c.-à-d. la fatigue était présente), il peut également être approprié de conclure que la fatigue était un facteur de risque (selon la terminologie du BST) dans l'évènement. Afin de formuler une telle conclusion, il peut être nécessaire de consulter les recherches dont il est question dans ce guide, ainsi que la littérature scientifique en général et l'équipe sur les facteurs humains.

Deuxième étape : détermination de l'éventuel rôle de la fatigue (test de l'influence)

La deuxième étape, le test de l'influence de la fatigue, consiste à déterminer si les actions de la personne fatiguée qui ont causé l'évènement important sur le plan de la sécurité ou ont contribué à cet évènement étaient liées à la fatigue. Il est important de réaliser qu'une personne fatiguée ne causera pas toujours un accident. Il est très probable qu'un ou plusieurs aspects de la performance de la personne seront compromis, mais cet aspect ou ces aspects pourraient ne pas avoir une influence sur l'évènement important sur le plan de la sécurité.

Par exemple, l'humeur d'une personne fatiguée était peut-être détériorée au moment de l'évènement. En revanche, si l'évènement est lié à des problèmes d'ergonomie, la fatigue ne peut être identifiée comme facteur causal ou contributif. Le test de l'influence n'est donc pas positif.

La présence de la fatigue ne garantit pas un résultat négatif. Comprendre si les actions sont en lien ou non avec une baisse de performance causée par la fatigue est la clé pour tester l'influence.



L'essence du test de l'influence est de comprendre si les actions de la personne correspondent à ce que l'on sait de la performance humaine en état de fatigue. Des données doivent être collectées et analysées afin de réaliser ce test.

Collecte des données

À ce stade de l'enquête, on doit déjà connaître les événements importants sur le plan de la sécurité ainsi que les actions et les baisses de performance des personnes impliquées qui ont entraîné le ou les événements. La première étape dans la détermination du rôle de la fatigue dans l'évènement est d'assurer la bonne compréhension de l'évènement. L'application du déroulement des enquêtes intégré dans le cadre de l'analyse de la méthodologie intégrée d'enquête sur la sécurité aidera à mieux comprendre la performance humaine en cernant le mode de processus cognitif utilisé à ce moment (c.-à-d. l'aptitude, la règle ou la performance fondée sur les connaissances) et le type d'erreur (une faute, une lacune ou une adaptation/violation) et les facteurs qui ont contribué à l'erreur. Cette étape doit être terminée avant de réaliser le test de l'influence de la fatigue.

Il est primordial de connaître les baisses de performance avant de réaliser le test de l'influence de la fatigue comme décrit ci-dessous, afin d'éviter un préjugé de confirmation en ce qui a trait à la fatigue. Un préjugé de confirmation est la tendance de chercher des informations qui confirme les idées préconçues.¹⁵³ La fatigue nuit à beaucoup d'aspects de la performance, ce qui peut rendre facile l'attribution erronée d'une action à une baisse de performance liée à la fatigue. Par exemple, si le test de présence a confirmé qu'un mécanicien était fatigué au moment de l'évènement, le préjugé de confirmation peut amener l'enquêteur à chercher des preuves d'une baisse importante de la performance liée à la fatigue et de découvrir des preuves de celle-ci. Dans ce cas, l'enquêteur peut chercher et découvrir une déficience cognitive pouvant expliquer les actions qui ont entraîné l'évènement. Cela peut donner lieu à des conclusions erronées, telles que la notion que l'accident a

¹⁵³ Pour de plus amples renseignements sur le préjugé de confirmation, voir : Myers, D. (1990). *Social Psychology* (3^e éd.). New York : McGraw-Hill Publishing.



été causé par une réduction liée à la fatigue de la capacité de prendre des décisions ou de résoudre des problèmes. En d'autres termes, on doit éviter toute approche par laquelle l'enquêteur détermine que la personne était fatiguée et ensuite cherche une baisse de performance liée à la fatigue qui peut expliquer le résultat.

La collecte des données dans le cadre du test de l'influence consiste à examiner les analyses indépendantes des événements importants sur le plan de la sécurité qui ont déjà été réalisées et à énumérer les problèmes de performance connexes. À cette fin, un tableau est fourni dans le formulaire de collecte et d'analyse des données qui figure à l'annexe A.

Analyse

Pour comprendre si les baisses de performance causales ou contributives auraient pu être liées à la fatigue, il suffit normalement de faire une comparaison. Si la baisse de performance entre dans l'une des 2 catégories suivantes, il se peut qu'elle soit causée par la fatigue, pourvu que le test de présence de la fatigue soit positif.

- Vitesse de traitement de l'information
- Résolution des problèmes
- Prise de décisions
- Mémoire
- Attention ou vigilance
- Temps de réaction

La section « La fatigue et les baisses de performance » présente ces catégories de baisses de performance liées à la fatigue, lesquelles représentent les résultats de la fatigue qui figurent le plus souvent dans la littérature scientifique. Il s'agit d'une liste générale non exhaustive. Le formulaire de



collecte et d'analyse des données aidera à documenter les effets de la fatigue en indiquant toutes les informations disponibles qui soutiennent ou réfutent l'influence de la fatigue. L'équipe sur les facteurs humains peut être en mesure de fournir des conclusions plus spécifiques reliant la fatigue à d'autres déficiences spécifiques. De plus, l'équipe sur les facteurs humains peut assurer l'examen approprié¹⁵⁴ et l'exclusion d'autres hypothèses (qui ne sont pas expliquées par la fatigue) afin de renforcer les conclusions associées à la fatigue.

Conclusions tirées du test de l'influence

Au terme du test de l'influence, on sera en mesure de déterminer si la baisse de performance observée correspond aux effets connus de la fatigue sur la performance. Si l'évènement important sur le plan de la sécurité et les actions entraînées par la baisse de performance ont eu une influence directe sur l'évènement, il peut être raisonnable de conclure que la fatigue était un facteur causal ou contributif, selon la terminologie du BST, plutôt qu'un facteur de risque.

Les conclusions à propos de l'influence de la fatigue sur les baisses de performance doivent également être précisées par des niveaux de certitude. Dans la plupart des cas, la littérature scientifique sur la fatigue démontre un lien fiable entre la fatigue et les baisses de performance dont il est question dans ce guide. On peut également utiliser des conclusions précisées par des expressions telles que « fort probablement lié à la fatigue » et « probablement lié à la fatigue ». Par exemple, on peut utiliser les expressions « ralentissement du temps de réaction probablement lié à la fatigue » ou « mauvais processus de prise de décisions fort probablement lié à la fatigue » lorsque le lien entre la fatigue et la baisse de performance est très fiable, selon la littérature scientifique sur la fatigue. Dans des cas où le lien est moins fiable ou de différentes conclusions, comme l'intoxication à l'alcool, peuvent expliquer la baisse de performance, il peut être plus approprié d'utiliser des expressions comme « peut être lié à la fatigue ».

¹⁵⁴ Les examens d'autres hypothèses font partie intégrale des recherches basées sur la théorie des probabilités, comme mentionné ci-dessus.



Analyse biomathématique de la fatigue

Les enquêteurs d'accidents peuvent demander qu'un spécialiste en la matière de l'équipe sur les facteurs humains mène une analyse complète sur la présence de la fatigue et sur ses effets sur la performance. Si les données ont été collectées avec diligence, l'équipe sur les facteurs humains peut également vérifier et quantifier la présence de la fatigue et de ses effets sur la performance au moyen du Fatigue Avoidance Scheduling Tool (l'outil de planification des horaires en vue d'éviter la fatigue, FAST).¹⁵⁵ Le FAST est un outil biomathématique sophistiqué qui peut fournir des estimations de performance humaine à des points spécifiques dans le cycle sommeil-éveil.

En plus des estimations de performance, le FAST peut prédire les mesures suivantes :

- Aptitude cognitive moyenne : un résultat qui équivaut au contrôle de performance cognitive moyenne en faisant appel à des tests cognitifs standard (vitesse moyenne de l'activité mentale exprimée d'après un pourcentage par rapport à la performance d'une personne ayant bénéficié d'un repos normal).
- Indice de relâchement de l'attention : une valeur qui représente la probabilité d'un relâchement de l'attention par rapport à la performance d'une personne qui a bénéficié d'un repos normal pendant la journée.
- Temps de réaction : délai de réaction moyen exprimé d'après un pourcentage du délai de réaction moyen d'une personne qui a bénéficié d'un repos normal pendant la journée.
- Réservoir de sommeil : la valeur récupératrice restante du sommeil précédent, qui peut être perçue comme étant l'énergie ou le temps restant pendant une période de sommeil par rapport aux périodes de sommeil et d'éveil précédentes.

¹⁵⁵ Fatigue Avoidance Scheduling Tool (FAST). Des informations scientifiques détaillées sur le FAST et le modèle sous-jacent SAFTE, ainsi que sur la validation de ceux-ci, se trouvent dans : Hursh, S., Redmond, D., Johnson, M., Thorne, D., Belenky, G., Balkin, T., Storm, W., Miller, J. et Eddy, D. (2004). Fatigue models for applied research in warfighting. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 75(3 Suppl), A44-A53. FAST est entièrement détenu et distribué exclusivement par Fatigue Science, 700 Bishop Street, Suite 2000, Honolulu, Hawaii, 96813, E.-U., <http://www.fatiguescience.com>.



La combinaison d'une analyse du domaine spécialisé et une validation biomathématique secondaire menée par l'équipe sur les facteurs humains peut aider à la formulation de conclusions définitives en ce qui concerne le rôle de la fatigue dans un évènement.

Troisième étape : examen de la gestion des risques de fatigue au sein de l'organisme

L'objectif d'un plan ou d'un programme de gestion de la fatigue est de réduire les risques associés à la fatigue dans les organismes en fonctionnement continu à un niveau aussi faible que raisonnablement possible (AFQRP). Afin de déterminer si l'organisme a pris des mesures raisonnables à cet égard, les enquêteurs doivent collecter et analyser les données provenant des domaines suivants. Le formulaire de collecte et d'analyse des données peut être utilisé à l'appui de cette enquête.

Calendriers

- Obtenez un calendrier du dernier cycle complet et analysez-le pour déterminer les facteurs de risque qui rendent plus difficile le sommeil suffisant et de bonne qualité (p. ex., un manque de prévisibilité, des changements fréquents, une rotation antihoraire, une période de récupération inadéquate).
- Cherchez d'autres risques liés au calendrier pour vérifier la présence de la fatigue (nombre excessif d'heures supplémentaires, échange de quarts).
- Envisagez la réalisation d'une analyse avec l'outil FAST.

Prévention

- Examinez le contenu de la formation sur la gestion de la fatigue offerte aux employés.
- Cernez les mesures disponibles et approuvées contre la fatigue (p. ex., les salles d'exercice, les salles de sieste, la nourriture et les boissons).
- Examinez les pratiques en matière de rotation de travail et de pauses.



Atténuation

- Examinez les outils fournis pour aider les employés à reconnaître la fatigue.
- Déterminez les moyens par lesquels les employés peuvent signaler la fatigue et prendre des mesures appropriées pour l'atténuer.

Assurance de la qualité

- Déterminez si les calendriers sont examinés pour vérifier la présence d'un risque de fatigue.
- Documentez les moyens par lesquels les employés peuvent signaler des situations pouvant entraîner la fatigue.
- Déterminez si la fatigue est prise en compte lors des enquêtes d'accident internes de l'organisme et, le cas échéant, comment elle est prise en compte.

Rapport d'enquête final

Les rapports du BST doivent comprendre toutes les données relatives à la fatigue et doivent documenter les niveaux de fatigue tout en mentionnant les niveaux de probabilité et de prudence appropriés. Fournir des antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil, des détails sur le cycle sommeil-éveil optimal, des renseignements sur les troubles du sommeil ou sur les conditions médicales ou psychologiques ainsi que des comptes rendus de la littérature scientifique aidera à renforcer les conclusions du rapport d'enquête final. Une estimation conservatrice des cycles sommeil-éveil et des conclusions conservatrices concernant la fatigue assureront que les niveaux de fatigue ne sont pas surestimés ou facilement contestés.

Les conclusions de rapports du BST sont réparties en 3 catégories :

1. Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs
2. Faits établis quant aux risques
3. Autres conclusions



Les conclusions de la première catégorie sont le résultat des tests de la présence et de l'influence de la fatigue positifs. Les conclusions de la deuxième catégorie et souvent celles de la troisième catégorie sont le résultat d'un test de présence uniquement. Dans tous les cas, les conclusions doivent déterminer des facteurs de risque de fatigue et toute inquiétude relative aux baisses de performance liées à la fatigue. De plus, le rapport doit cerner les conditions ou les actions qui ont entraîné les facteurs de risque de fatigue, par exemple les facteurs de fonctionnement et de gestion comme un mauvais SGRF, des calendriers irréguliers et un manque de formation sur la sensibilisation et la gestion de la fatigue, lorsque cela est possible.

Des déclarations types pour chaque catégorie de conclusions sont présentées ci-dessous. Ces déclarations représentent des conclusions finales des enquêtes sur la fatigue humaine.

Exemple des faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

*Le mécanicien a appuyé trop tard sur le frein dynamique en raison d'un temps de réaction diminué (**une baisse de performance liée à la fatigue**) qui était fort probablement causé par la fatigue. Il était fort probable que le mécanicien était fatigué en raison d'une perturbation aigüe du sommeil (**un facteur de risque de fatigue**) parce qu'il a été réveillé pendant une période de sommeil, conformément aux pratiques de planification d'horaires relatives au travail de garde (**la condition qui a donné lieu au facteur de risque de fatigue**).*

Exemple des faits établis quant aux risques

*Le contrôleur de la circulation aérienne était probablement fatigué au moment de l'accident en raison d'une mauvaise gestion du cycle de sommeil liée à un manque de compréhension des rythmes circadiens (**un facteur de risque de fatigue**) qui a été causé par un manque de formation de sensibilisation (**la condition qui a donné lieu au facteur de risque de fatigue**) dans le cadre du système de gestion des risques liés à la fatigue.*

Il est à noter qu'il est toujours possible de déceler des « faits établis quant aux risques » associés à la fatigue même si la fatigue n'était pas présente – c'est-à-dire, si le test de présence de la fatigue était négatif. Par exemple, les organismes qui fonctionnent en continu peuvent exposer leur personnel de conduite au risque de devenir fatigué si l'organisme ne dispose pas d'un SGRF complètement



développé. Dans ce cas, les « faits établis quant aux risques » peuvent comprendre la déclaration suivante :

Bien que le conducteur n'était peut-être pas fatigué au moment de l'accident, l'organisme ne gérait pas la fatigue au moyen d'un système de gestion des risques liés à la fatigue, ce qui peut augmenter le risque de fatigue chez le personnel de conduite.

Exemple d'une autre conclusion

*Les marins qui occupent des postes critiques au point de vue de la sécurité, notamment les chefs de quarts, peuvent devenir fatigués en raison des périodes d'éveil continues (**les facteurs de risque de fatigue**) pendant la nuit si le système de gestion des risques liés à la fatigue de l'organisme ne garantit pas la formation du personnel de conduite sur les mesures appropriées et les stratégies contre la fatigue (**la condition ayant entraîné le facteur de risque de fatigue**) telle que l'utilisation stratégique de la caféine et le repos stratégique.*

Annexe A : Formulaire de collecte et d'analyse des données

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Formulaire de collecte et d'analyse des données sur la fatigue
À remplir dès que possible après l'évènement

Renseignements généraux :

Numéro d'évènement :	
Titre commun :	
Nom et poste de la personne :	
Formulaire rempli le :	
Rôle dans l'évènement :	
Enquêteur du BST :	
Sources des données :	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Calendrier de travail<input type="checkbox"/> Calendrier de transport (p. ex., le moyen de se déplacer au travail)<input type="checkbox"/> Entrevue avec la personne impliquée<input type="checkbox"/> Entrevue avec un proche de la personne impliquée Spécifier : _____<input type="checkbox"/> Autres données liées à l'activité (p. ex., cellulaire, données concernant les clés d'hôtel) Spécifier : _____ _____

Partie A : Collecte des données

Première étape : Détermination du cycle sommeil-éveil optimal

Le cycle de sommeil-éveil optimal permet à une personne de maintenir une performance efficace sans éprouver la fatigue pendant toute la période d'éveil. L'objectif de la collecte de ces données est l'établissement des exigences et habitudes de sommeil normales; cette collecte est essentielle dans toute analyse de la fatigue.

Lors de l'entrevue, il peut être utile de demander au sujet interrogé de décrire le sommeil requis pour qu'il se sente bien pendant la journée, le sommeil qu'il obtient pendant ses jours de congé ou le sommeil qu'il obtient lors de ses jours de vacances.

Questions	Réponses du sujet interrogé
À quelle heure vous couchez-vous?	
Combien de temps vous faut-il pour vous endormir?	
Combien de fois vous réveillez-vous pendant une période de sommeil?	
À quelles heures surviennent ces éveils?	
Combien de temps dure-t-il chaque éveil?	
À quelle heure vous réveillez-vous?	
À quelle heure vous levez-vous?	
Vous sentez-vous somnolent ou fatigué lors de vos jours de congé?	
Vous êtes-vous déjà endormi pendant la journée ou le soir?	
À quelles heures faites-vous la sieste?	
Combien de temps dure chaque sieste?	
À usage de l'enquêteur :	
Évaluation, selon l'enquêteur, de la période de sommeil optimale totale (nombre d'heures de sommeil normalement requises sur 24 heures)	
Sources des données (p. ex., la personne impliquée dans	

Questions	Réponses du sujet interrogé
l'évènement, colocataire, conjoint)	
Notes :	

Deuxième étape : Établissement des antécédents relatifs au cycle de sommeil actuel

Un rapport complet sur les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil est essentiel pour l'analyse de la fatigue liée au manque de sommeil. Remplissez la grille ci-dessous avec autant de détails que possible en utilisant toutes les sources des données disponibles. Les données doivent remonter jusqu'à la période dans laquelle la personne a éprouvé 2 périodes de bon sommeil; dans le cas où elle ne se souvient pas de bon sommeil, les données doivent remonter aux 2 dernières semaines. La façon la plus efficace de le faire est la suivante :

1. Indiquez l'heure de l'évènement (X) dans le coin au bas à droite de la grille.
2. En vous basant sur le calendrier de travail de la personne, indiquez les périodes d'éveil et de service (AD).
3. Au moyen d'entrevues avec la personne impliquée ou avec autres qui peuvent fournir de l'information, remplissez les périodes d'éveil et de temps libre (A), de sommeil (S) et de sieste (SN).

Chaque cellule dans la grille représente une heure; cependant, vous devez essayer d'obtenir des détails couvrant chaque bloc de temps de 15 minutes. Enregistrez les heures de changement entre les périodes AD, A, S et SN. Travaillez à l'envers jusqu'aux 2 dernières nuits de sommeil optimal, ou plus loin si nécessaire. Si des détails de sommeil exacts ne sont pas disponibles, demandez à la personne pendant quelle période elle aurait dormi, compte tenu de son cycle d'éveil.

Exemple des antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil

Nom : mécanicien ferroviaire n° 1																												
Heure de référence ->		0000	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2300	0000	
Jour	Date																											
Lundi	19 mai																											
Mardi	20 mai	S	S	S	S	S	S	S	S-0730-A	A	A	A	A	A	A	SN	SN	A	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	A	
Mercredi	20 mai	S	S	S	S	S	S	S	S-0745-A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A-2015-AD	AD	AD	AD	AD	
Jeudi	21 mai	AD	AD	A	A	S	S	S	S	S	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A-2030-AD	AD	AD	AD	AD		
Vendredi	22 mai	AD	AD	AD	AD	AD	A	A-0615-S	S	S	S	S	S-1115-A-1130-S	S	S	A	A	A	A	A	A	A-2015-AD	AD	AD	AD	AD		
Samedi	23 mai	AD	AD	AD	AD	AD	A	A-0630-S	S	S	S	S	S	S	S	A	A	A	A	A	A	A	A	AD	AD	AD		
Dimanche	24 mai	AD	AD	AD	AD	AD	A	A	S	S	S	S	S	A	A	A	A	A	A	A	A	A	AD	AD	AD	AD		
Lundi	25 mai	AD	AD	AD	AD-0315-X																							
Sources des données utilisées pour collecter ces informations (p. ex., la personne impliquée dans l'évènement, colocataire, conjoint) : entrevue avec le mécanicien ferroviaire n° 1, dossiers de service																												
Notes : Selon le mécanicien, le sommeil était de mauvaise qualité le 24 mai																												

Antécédentes relatifs au cycle sommeil-éveil

Légende : **AD** = éveillé et en service, **A** = éveillé et en temps libre, **S** = période de sommeil principale et **SN** = sieste.

Notes : Incluez des détails sur tout cas de sommeil de mauvaise qualité dans la section « Notes »

Utilisez les 2 dernières périodes de sommeil de bonne qualité ou les 2 dernières semaines (selon la période la plus longue)

Heure de référence ->		0000 0100	0100 0200	0200 0300	0300 0400	0400 0500	0500 0600	0600 0700	0700 0800	0800 0900	0900 1000	1000 1100	1100 1200	1200 1300	1300 1400	1400 1500	1500 1600	1600 1700	1700 1800	1800 1900	1900 2000	2000 2100	2100 2200	2200 2300	2300 0000	
Jour	Date																									
Lundi																										
Mardi																										
Mercredi																										
Jeudi																										
Vendredi																										
Samedi																										
Dimanche																										
Lundi																										
Mardi																										
Mercredi																										
Jeudi																										
Vendredi																										
Samedi																										
Dimanche																										
Sources des données utilisées pour collecter ces informations (p. ex., la personne impliquée dans l'évènement, colocataire, conjoint) :																										
Notes (incluez toute période de sommeil de mauvaise qualité) :																										

Troisième étape : antécédents médicaux et psychologiques

Les questions portant sur les problèmes médicaux et psychologiques font partie de toute enquête et doivent être posées. Les questions suggérées ci-dessous doivent être posées de la même manière que pour toute autre question dans l'entrevue.

Questions à poser	Réponses du sujet interrogé
Travaillez-vous par quarts? Depuis quand?	
Décrivez vos environnements de sommeil (domicile, aires de repos pour l'équipage, etc.). Incluez des détails sur le bruit, la lumière, d'autres perturbations comme les habitudes de votre conjoint).	
Ronflez-vous?	
Quand vous sentez-vous somnolent?	
Avez-vous de la difficulté à vous endormir, à demeurer endormi ou à demeurer éveillé, ou réveillez-vous trop tôt?	
Votre conjoint vous a-t-il dit que vous bougez vos bras ou vos jambes lorsque vous dormez?	
Ressentez-vous de l'inconfort dans vos bras ou vos jambes lorsque vous vous endormez?	
Avez-vous fait l'objet d'un diagnostic d'un trouble du sommeil? Si oui, lequel?	
Recevez-vous des traitements pour cette condition? Quelles mesures avez-vous	

Questions à poser	Réponses du sujet interrogé
prises pour gérer cette condition?	
Quel âge avez-vous?	
Combien pesez-vous?	
Quelle est votre taille?	
Calcul de l'indice de masse corporelle par l'enquêteur $\text{IMC} = \frac{\text{poids en kilogrammes}}{(\text{taille en mètres})^2}$	
Quelle est votre encolure (mesure du cou)? Mesurez-la si vous ne la connaissez pas.	
Êtes-vous en mesure de me décrire toutes les conditions médicales dont vous souffrez (p. ex., diagnostics, troubles, maladies, blessures)? Si oui, veuillez les énumérer.	
Quel traitement recevez-vous pour ces conditions?	
Parlez-moi du stress dans votre vie.	

Questions à poser	Réponses du sujet interrogé
Souffrez-vous de conditions psychologiques (p. ex., diagnostics, anxiété, dépression)? Si oui, veuillez les énumérer.	
Recevez-vous des traitements pour cette ou ces conditions? Quelles mesures avez-vous prises pour gérer cette ou ces conditions?	
Évaluation du besoin d'une étude de sommeil nocturne réalisée par l'enquêteur	
Prenez-vous des médicaments par ordonnance qui ne sont pas mentionnés ci-dessus? Si oui, veuillez les énumérer ainsi que les doses et l'heure d'ingestion (en général et avant l'évènement).	
Prenez-vous des médicaments en vente libre? Si oui, veuillez les énumérer ainsi que les doses et l'heure d'ingestion (en général et avant l'évènement).	
Prenez-vous des médicaments ou suppléments à base de plantes ou	

Questions à poser	Réponses du sujet interrogé
<p>naturopathiques? Si oui, veuillez les énumérer ainsi que les doses et l'heure d'ingestion (en général et avant l'évènement).</p>	
<p>Prenez-vous des drogues à usage récréatif? Si oui, veuillez les énumérer ainsi que les quantités et l'heure d'ingestion (en général et avant l'évènement).</p>	
<p>Buvez-vous de l'alcool? Si oui, à quelle fréquence et quelle quantité? Quand était la dernière fois que vous en avez bu et quelle quantité avez-vous consommée?</p>	
<p>Fumez-vous? Si oui, à quelle fréquence et quelle quantité? Quand était la dernière fois que vous avez fumé avant l'évènement et quelle quantité avez-vous fumée?</p>	
<p>Buvez-vous du café, du thé, des boissons gazeuses ou des boissons énergétiques? Consommez-vous d'autres aliments contenant de la caféine (p. ex., des barres de chocolat, des gâteaux au chocolat, des grains de café)? Si oui, à quelle fréquence et quelle quantité? Quand était la dernière fois que vous avez consommé des aliments contenant de la caféine et quelle quantité avez-vous consommée?</p>	
<p>Des échantillons de sang ou d'urine ont-ils été pris? Si oui, par qui?</p>	

Questions à poser	Réponses du sujet interrogé
<p>Évaluation du besoin de la prise des échantillons de sang ou d'urine réalisée par l'enquêteur.</p>	
<p>Veillez décrire la ou les formations sur la gestion de la fatigue que vous avez suivies (date de la formation, formateur, contenu de la formation, etc.).</p> <p>Sinon, veuillez décrire toute étude personnelle que vous avez effectuée et tout livre que vous avez lu en vue de mieux gérer votre sommeil ou d'éviter la fatigue.</p>	
<p>Sources des données utilisées pour collecter ces informations (p. ex., la personne impliquée dans l'évènement, colocataire, conjoint)</p>	
<p>Notes :</p>	

Quatrième étape : Gestion de la fatigue au sein de l'organisme

Informations requises	Notes
Obtenez des détails sur un calendrier d'équipe typique.	
Les aires de repos pour l'équipage favorisent-elles un sommeil de bonne qualité?	
Obtenez des détails sur toute politique mise en place pour gérer la fatigue. Ces politiques sont-elles respectées?	
Obtenez des détails sur toute formation sur la gestion de la fatigue offerte aux employés (contenu, fréquence, etc.).	
Identifiez les mesures contre la fatigue disponibles et autorisées (p. ex., aires d'exercice, aires de sieste, aliments et boissons).	
Examinez les pratiques concernant la rotation du travail et les occasions de prendre des pauses.	

Informations requises	Notes
Identifiez les outils fournis pour aider les employés à reconnaître la fatigue.	
Identifiez les politiques et pratiques en place pour aider les employés à atténuer les situations lorsqu'ils sont fatigués.	
Déterminez si la fatigue est prise en compte lors des enquêtes à l'interne sur les accidents et, le cas échéant, comment elle est prise en compte.	

Partie B : Analyse

Partie 1 : Estimation du niveau de fatigue (test de présence)

1. Utilisez le tableau ci-dessous pour résumer les preuves confirmant ou infirmant l'évaluation de la fatigue. Utilisez le guide de référence rapide (ci-dessous) pour évaluer les informations.
2. En vous fondant sur la quantité, l'importance et la combinaison des facteurs de risque présents, formulez une conclusion concernant la présence de la fatigue et la mesure dans laquelle elle aurait eu un effet sur la performance. S'il n'y avait pas d'état de fatigue, l'analyse peut maintenant être terminée. Si un état de fatigue existait, procédez à la partie 2.

Première étape : test de présence – détermination du niveau de fatigue			
<i>L'objectif de cette étape est d'examiner les preuves liées aux 6 facteurs de risque et de déterminer s'il y a suffisamment de preuves pour conclure que la fatigue était présente à un niveau pouvant nuire à la performance.</i>			
Facteur de risque de fatigue	Description des points et des preuves (confirmant ou infirmant)	Qualité des preuves (forte, moyenne, faible)	Évaluation (le facteur de risque existe probablement, peut exister, n'existe probablement pas)
1. Perturbation aiguë du sommeil			
2. Perturbation chronique du sommeil ¹⁵⁶			
3. État d'éveil continu			
4. Effets du rythme circadien			
5. Troubles du sommeil			
6. Conditions médicales ou psychologiques, maladies ou médicaments			
Conclusion : <i>existe-t-il un nombre ou un degré de facteurs de risque suffisant pour conclure que la personne était <u>assez fatiguée pour que sa performance soit diminuée?</u> (Oui/non)</i>			
Autres preuves : <i>décrire tout autre indicateur de la fatigue observé – une déclaration de la fatigue, les bâillements, les siestes, les micro-sommeils, un comportement inhabituel cohérent avec la fatigue (l'irritabilité, la prise de risques ou de raccourcis), si l'évènement s'est produit pendant le creux du</i>			

¹⁵⁶ Pour calculer le déficit de sommeil chronique :

a) Déterminez le rapport préféré de la personne entre le sommeil et l'éveil (nombre d'heures de sommeil préféré/ nombre d'heures d'éveil préféré). Une personne qui dort 8 heures aura un rapport de 0,5.

b) Calculez le déficit de sommeil = période de sommeil totale – période d'éveil totale x rapport entre le sommeil et l'éveil.

rythme circadien ou à la fin du quart de travail
Raisonnement : décrire votre raisonnement en une phrase (p. ex., selon [], les facteurs de risque de fatigue de [] étaient présents et la personne était [probablement, peut-être] fatiguée au moment de l'évènement.

Guide de référence rapide : facteurs de risque de fatigue

	Faible 	Risque de fatigue	 Élevé
	Faible	Propension au sommeil	Élevé
Facteur de risque	Pas présent	Peut-être présent	Probablement présent
	Aucun effet sur la performance	Effet possible sur la performance	Effet probable sur la performance
1. Perturbation aigüe du sommeil	Écart de < 30 minutes de la quantité de sommeil optimale pendant les 3 dernières périodes de sommeil. Aucun éveil de > 30 minutes pendant les 3 dernières périodes de sommeil.	Certaines restrictions sur la quantité de sommeil optimale pendant les 3 dernières périodes de sommeil. Un ou plusieurs éveils entraînant > 30 minutes de sommeil pendant les 3 dernières périodes de sommeil.	Restriction importante sur le sommeil ou multiples éveils pendant les 3 dernières périodes de sommeil ou aucune occasion de récupération.
2. Perturbation chronique du sommeil ¹⁵⁷ (Période de sommeil totale – période d'éveil totale x rapport préféré entre le sommeil et l'éveil)	Déficit chronique du sommeil de < 2 heures. Peu ou pas d'éveils dans les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil.	Déficit chronique du sommeil de < 8 heures. Éveils fréquents dans les antécédents relatifs au cycle sommeil-éveil.	Déficit chronique du sommeil de < 8 heures.
3. État d'éveil continu	Éveil continu de < 17 heures.	Éveil continu de > 17 heures. ¹⁵⁸	Éveil continu de > 22 heures.
4. Effets du rythme circadien	L'évènement n'a pas eu lieu la nuit ou pendant le creux du rythme		L'évènement a eu lieu pendant le creux du rythme circadien

¹⁵⁷ Pour calculer le déficit de sommeil chronique :

a) Déterminez le rapport préféré de la personne entre le sommeil et l'éveil (nombre d'heures de sommeil préféré/ nombre d'heures d'éveil préféré). Une personne qui dort 8 heures aura un rapport de 0,5.

b) Calculez le déficit de sommeil = période de sommeil totale – période d'éveil totale x rapport entre le sommeil et l'éveil.

¹⁵⁸ Peut être plus court si les heures d'éveil surviennent la nuit.

	Faible 	Risque de fatigue	 Élevé
	Faible	Propension au sommeil	Élevé
Facteur de risque	Pas présent	Peut-être présent	Probablement présent
	Aucun effet sur la performance	Effet possible sur la performance	Effet probable sur la performance
	<p>circadien de l'après-midi ou le creux nocturne.</p> <p>L'heure de début du sommeil correspond à la routine optimale.</p>		<p>nocturne (22 h 30 à 4 h 30 +/- 1,5 heure)</p> <p>L'évènement a eu lieu pendant le creux du rythme circadien diurne (14 h 00 +/- 0,75 heure)</p> <p>Petits changements fréquents ou un grand changement à l'heure de début du sommeil avec une période d'ajustement insuffisante.</p>
5. Troubles du sommeil	Aucun symptôme signalé correspondant à un trouble du sommeil.	Symptômes signalés correspondant à un trouble du sommeil; trouble non géré efficacement.	Individu a fait l'objet d'un diagnostic d'un trouble du sommeil qui n'est pas géré efficacement.
6. Conditions médicales et psychologiques, maladies et médicaments	<p>Aucune condition médicale identifiée pouvant entraîner la fatigue ou les perturbations de sommeil.</p> <p>Aucune indication de consommation de drogues pouvant entraîner la fatigue ou les perturbations de sommeil.</p>	<p>Individu souffrant d'une condition ou d'une maladie pouvant perturber le sommeil.</p> <p>Individu a ingéré une drogue qui entraîne la fatigue directement ou qui perturbe le sommeil.</p>	Individu signale une perturbation de sommeil importante associée à une condition, une maladie ou un traitement.

Partie 2 : Lien entre la fatigue et la performance humaine (test de l'influence)

1. Déterminez les événements importants sur le plan de la sécurité qui auraient pu être affectés par la fatigue.
2. Cernez le domaine de performance humaine associée à l'évènement et fournissez toutes les preuves confirmant ou infirmant le rôle de la fatigue dans cet évènement. (Le guide de référence rapide ci-dessous peut être utilisé à l'appui). S'il existe d'autres explications pour le comportement, incluez-les comme preuves infirmant le rôle de la fatigue.
3. Compte tenu des informations, formulez une conclusion pour déterminer si la performance humaine était cohérente avec un état de fatigue en utilisant le modèle fourni après le tableau ci-dessous.

Deuxième étape : test de l'influence – détermination de l'effet de la fatigue sur la performance			
<i>L'objectif de cette étape est d'examiner les événements importants sur le plan de la sécurité pour déterminer s'il y a suffisamment de preuves pour conclure que la fatigue a contribué à la baisse de performance humaine.</i>			
Évènement important sur le plan de la sécurité	Domaine de performance humain	Preuves (confirmant et infirmant)	Qualité des preuves
Conclusion : <i>existe-t-il suffisamment de preuves pour conclure que la fatigue a joué un rôle dans l'évènement? (Oui/non)</i>			
Raisonnement : <i>décrire votre raisonnement en une phrase (p. ex., la présence [des effets sur la performance humaine] est cohérente avec un état de fatigue et il est [possible, probable] que la fatigue était un facteur contributif.</i>			

Guide de référence rapide : Effets de la fatigue sur la performance humain

Domaine de performance humaine	Indicateurs (ce que l'on verrait)
Fonctionnement cognitif général	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la difficulté à résoudre les problèmes • Diminution de la vigilance • Augmentation de la difficulté avec les tâches de communication • Augmentation de la difficulté avec la coordination œil-main • Augmentation du temps de réaction • Augmentation du temps de traitement de l'information
Résolution de problèmes	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la flexibilité – incapacité d'adapter aux changements de situation • Augmentation de la persévération face aux preuves confirmant que le plan ne fonctionne pas.
Mémoire	<ul style="list-style-type: none"> • Le type d'erreur est lié à la mémoire (trou de mémoire) • Augmentation de la difficulté à retenir de l'information dans la mémoire à court terme ou la mémoire de travail : <ul style="list-style-type: none"> ○ Demander de l'information à plusieurs reprises ○ Besoin de consulter fréquemment les matériaux de référence ○ Non-réalisation des tâches ○ Rappels fréquents des collègues
Attention et vigilance	<ul style="list-style-type: none"> • Le type d'erreur est lié à l'attention (trou de mémoire) • Réponse aux stimuli lente • Aucune réponse aux stimuli • Moins de concentration sur la tâche, comme le démontre la diminution de la capacité à effectuer les tâches secondaires (moins de gestion des tâches proactive).
Temps de réaction	<ul style="list-style-type: none"> • Réponse aux stimuli plus lente que la normale • Temps de réaction excessivement long en cas d'urgence • Temps de prise de décision prolongé
Humeur	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la léthargie • Diminution de l'intérêt à effectuer la tâche • Augmentation de l'irritabilité
Effets physiologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Indications que la personne a succombé au sommeil (micro-sommeils, endormissement)

Partie 3 : Évaluation des pratiques de gestion de la fatigue

L'objectif de cette partie est d'examiner les pratiques de gestion de la fatigue en place au sein de l'organisme. Cela aidera à déterminer si la fatigue est gérée adéquatement et à évaluer les risques que d'autres événements liés à la fatigue se produisent.

Aspect de la gestion de la fatigue	Notes
Décrire les aspects de l'opération qui augmentent le risque de fatigue (p. ex., travailler par quarts, traverser de multiples fuseaux horaires, les calendriers, etc.).	
La gestion des risques liés à la fatigue est-elle considérée comme étant une responsabilité partagée entre l'employé et l'employeur?	
Les pratiques de planification des horaires respectent-elles les exigences réglementaires minimales?	
Les pratiques de planification des horaires respectent-elles les meilleures pratiques pour minimiser les impacts du travail par quarts sur la performance humaine? <ul style="list-style-type: none">• Rotation avant des quarts de travail• Période de récupération suffisante entre les quarts• Prévisibilité	
Les employés sont-ils formés et sensibilisés sur les effets de la fatigue sur la performance et sur l'atténuation de ceux-ci? Comment cette formation est-elle fournie?	

Aspect de la gestion de la fatigue	Notes
Les superviseurs, gestionnaires et planificateurs des horaires sont-ils formés et sensibilisés sur les effets de la fatigue sur la performance et sur l'atténuation de ceux-ci?	
Les mesures contre la fatigue sont-elles disponibles (p. ex., la caféine, l'exercice) et sont-elles utilisées par les employés?	
Les siestes stratégiques sont-elles autorisées et utilisées?	
Les aires de repos pour l'équipage favorisent-elles le sommeil de bonne qualité?	
Des mesures adéquates ont-elles été prises pour gérer les situations où un employé est fatigué (p. ex., en raison d'un sommeil de mauvaise qualité ou d'avoir été éveillé pour s'occuper d'un enfant malade, etc.)? Êtes-vous en mesure de donner des exemples des situations où vous ou vos collègues avez utilisé ces mesures?	
Les employés sont-ils formés sur l'autoévaluation en ce qui concerne la fatigue?	
L'organisme tient-il compte de la fatigue lors des enquêtes d'accident internes?	
L'organisme dispose-t-il des politiques et procédures claires pour la gestion efficace de la fatigue?	
Existe-t-il un système pour cerner et régler les	

Aspect de la gestion de la fatigue	Notes
horaires particulièrement connus pour entraîner la fatigue?	
Conclusion : les risques associés à la fatigue sont-ils gérés au sein de l'organisme à un niveau aussi faible que raisonnablement possible?	

GUIDE SUR LA FATIGUE LIÉE AU MANQUE DE
SOMMEIL À L'INTENTION DES ENQUÊTEURS

2014

Canada 