



LA GESTION DU RISQUE ASSOCIÉ À LA FATIGUE EN MÉDECINE D'URGENCE

Identification et évaluation de pratiques informelles

Pierre Bérastégui

LECIT

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur
en Sciences Psychologiques

2018-2019

Sous la direction de :

Anne-Sophie NYSSSEN, Université de Liège

Jury de thèse composé de :

Adélaïde BLAVIER, Université de Liège

Alexandre GHUYSEN, Université de Liège

Agnès VAN DAELE, Université de Mons

Philippe CABON, Université de Paris Descartes

Résumé

Les médecins urgentistes sont particulièrement à risque en matière de fatigue au travail en raison de périodes de veilles prolongées, d'un sommeil fragmenté et de conflits persistants entre l'horloge biologique et l'horloge professionnelle (Alhola et al., 2007). Toutefois, les études en situation naturelle ne parviennent pas à démontrer que la privation de sommeil se traduit par une augmentation systématique des erreurs médicales (Gates et al., 2018; Weiss et al., 2016; Kramer, 2010). Nous postulons que l'absence de relation claire et systématique entre fatigue et performance médicale trouve son origine dans l'existence de mécanismes compensatoires visant à réduire ou à mitiger le risque associé à la fatigue. Premièrement, nous avons mené plusieurs focus group avec un total de 28 médecins urgentistes afin d'identifier les éventuelles stratégies de gestion du risque mobilisées de façon informelle. Deuxièmement, nous avons développé un sondage évaluant la fréquence d'utilisation des stratégies rapportées lors de la phase précédente. Enfin, nous avons une étude observationnelle prospective pour évaluer l'efficacité des stratégies rapportées sur base d'indicateurs relatifs à la fatigue, à la performance au travail et au burnout. Nos résultats montrent que les stratégies rapportées peuvent être qualifiées de stratégies de réduction (FRS) et de proofing (FPS). Le déploiement régulier de FRS a un effet bénéfique sur le niveau de fatigue des médecins sans coût associé pour l'individu en termes de burnout. Les FPS permettent aux médecins de maintenir un niveau acceptable de performance au détriment d'une usure émotionnelle susceptible de conduire au burnout. Nous discutons ces résultats à la lumière de l'hypothèse cognitivo-énergétique et proposons des perspectives en matière de gestion du risque associé à la fatigue en médecine d'urgence.

Emergency physicians are particularly vulnerable to fatigue-related risk due to extended wakefulness, fragmented sleep and persistent conflicts with the biological clock. Fatigue is known to be associated with psychomotor and cognitive impairment (Alhola et al., 2007). However, literature fail to systematically demonstrate a linear relationship between fatigue and occupational performance in residency settings (Gates et al., 2018; Weiss et al., 2016; Kramer, 2010). We hypothesize that physicians employ fatigue-related risk management strategies that allow them to sustain acceptable performance. First, we conducted focus-group sessions with a total of 28 emergency physicians in order to identify informal fatigue management strategies. Second, we have developed a survey assessing reported strategies' frequency of use. Finally, we conducted prospective observational study to evaluate the efficiency of reported strategies in terms of fatigue reduction, work performance and associated risk for physicians' Burnout. Results show that reported strategies can be classified as Fatigue Reduction Strategies (FRS) or Fatigue Proofing Strategies (FPS). FRS effectively reduce fatigue and show no associated risk for physicians' Burnout. FPS allow physicians to sustain acceptable performance at the expense of emotional depletion likely to lead to Burnout. We discuss these results in the light of the cognitive-energetic hypothesis and draw implications related to fatigue-related risk management in the emergency department.

« Sachez vous éloigner car, lorsque
vous reviendrez à votre travail, votre
jugement sera plus sûr. »

LÉONARD DE VINCI

Remerciements

J'aimerais tout d'abord remercier ma directrice de thèse, le Professeur Anne-Sophie Nyssen, pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser ce travail. Merci pour votre confiance, votre disponibilité, vos encouragements et votre bienveillance tout au long de ces quatre années. J'ai appris beaucoup à votre contact et j'ai surtout découvert, plus qu'un travail, une véritable passion pour la recherche de terrain.

Je remercie le Professeur Alexandre Ghuysen, chef associé des urgences du CHU, pour m'avoir permis de réaliser cette étude dans son service. Merci pour votre suivi éclairé, depuis mon mémoire de Master jusqu'aux dernières semaines de rédaction. De même, j'adresse mes remerciements au Professeur Adélaïde Blavier qui, elle aussi, a été de bon conseil tout au long de mon parcours académique.

Je tiens également à remercier le Professeur Agnès Van Daele de l'Université de Mons et le Professeur Philippe Cabon de l'Université de Paris-Descartes, de l'honneur qu'ils me font en acceptant d'être membres du jury. Merci de votre intérêt et du temps que vous consacrerez à la lecture de cet ouvrage.

Je remercie chaleureusement les médecins urgentistes du CHU de Liège pour leur participation, et tout particulièrement Martin Tonglet et Mathieu Gensburger, bêta-testeurs des premières versions de l'application *SomnoTraq*. Merci pour vos feedbacks, vos suggestions et votre enthousiasme au cours de ce long processus.

Merci à Loïc Antoine, mon ami de longue date et, accessoirement, brillant collaborateur le temps d'un projet. Notre entente n'aura connu aucune faille, même durant la conception conjointe d'une application qui, il faut bien l'admettre, nous a apporté son lot de bugs. C'est également toi qui as accepté de m'accompagner à mon premier congrès international, à Las Vegas... quel sens du sacrifice ! Ta présence m'a permis d'appréhender cet événement plus sereinement, et pour cela je t'en remercie.

J'aimerais également remercier ma maman et Dominique pour leurs efforts de relecture. Vos corrections et suggestions ont significativement amélioré la qualité de ce manuscrit. Même si je vous l'ai

déjà dit mille fois : merci pour votre investissement perfectionniste jusque tard dans la rédaction.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes sans qui ces quatre années de travail n'auraient pas eu la même saveur : Mathieu, Valentine, Aline, Christine, Aurore, Floriane, et toutes celles et ceux dont j'ai croisé le chemin.

Julien, Tanguy et Guillaume pour les soirées Netflix qui m'ont permis de m'évader l'espace de quelques heures jusque tard dans la rédaction. Florent, Olivier, JT et Babar pour ces escapades bruxelloises autour de bonnes bières de chez nous. Thomas pour nos errances vidéo-ludiques qui, elles aussi, n'ont pas manqué de me faire oublier les aléas du doctorat. Et puis toutes celles et ceux qui m'ont offert, sans le savoir, une soupape de décompression ô combien indispensable à la réalisation d'un travail de si longue haleine : Adrien, Bertrand, Camille, Dorian, Émeline, Jérôme, Julien, Justine, Mathias, Mathieu, Max, P-M, Quentin, Thérèse, Tom,...

Merci !

Bibliographie

Articles :

- Bérastégui, P.**, Jaspar, M., Ghuysen, A., Nyssen, AS. (2018). Fatigue-related risk management in the emergency department: a focus-group study. *Internal and Emergency Medicine*. 13(8): 1273-1281.
- Bérastégui, P.**, Jaspar, M., Ghuysen, A., Nyssen, AS. (2019). Fatigue-related risk perception among emergency physicians working extended shifts. *Applied Ergonomics* (in press).
- Bérastégui, P.**, Jaspar, M., Ghuysen, A., Nyssen, AS. (2019). Informal fatigue-related risk management in the emergency department: a trade-off between doing well and feeling well (submitted).

Chapitre :

- Nyssen, AS., **Bérastégui, P.** (2017). Is system resilience maintained at the expense of individual resilience? Dans J. Braithwaite, R. L. Wears, E. Hollnagel. *Resilient Health Care III: Reconciling Work-As-Imagined and Work-As-Done* (1st éd., 37-46). New York, USA: CRC Press.

Logiciel :

- Bérastégui, P.**, Antoine, L. (2015). SomnoTraq (Version 1.0) [Logiciel d'application mobile]. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/188497>

Communications :

- Bérastégui, P.**, Ghuysen, A., Nyssen, AS. (2016, juillet). *Proofing & reduction strategies used by emergency residents to manage fatigue-related risk*. Poster présenté au 7th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2016), Orlando, USA.

Bérestégui, P., Jaspar, M., Ghuysen, A., Nyssen, AS. (2017, juin). *Emergency medical services: when fatigue becomes the norm.* Communication présentée au 7th Symposium of the Resilience Engineering Association Symposium (REA 2017), Liège, Belgique.

Bérestégui, P., Blavier, A., Ghuysen, A., Nyssen, AS. (2018, mars). *Fatigue-related risk management in the ED: impact of informal strategies on occupational performance and well-being.* Poster présenté au 38th International Symposium on Intensive Care and Emergency Medicine (ISICEM 2018), Bruxelles, Belgique.

Bérestégui, P., Ghuysen, A., Nyssen, AS. (2018, juillet). *La gestion du risque associée à la fatigue en médecine d'urgence.* Communication présentée au XXème congrès de l'Association Internationale de Psychologie du Travail de Langue Française (IAPTFLF 2018), Bordeaux, France.

Table des matières

CADRE THEORIQUE

Introduction	15
Chapitre I : Le temps de travail	27
1. La bataille du temps	29
2. Les horaires de travail	33
2.1. Le régime normal	34
2.2. Les horaires atypiques.....	34
2.2.1. Le travail posté	35
2.2.2. Le travail de nuit	36
2.2.3. Les gardes dormantes	36
3. Le cas particulier des médecins urgentistes	37
3.1. Aspects législatifs	37
3.2. Etat des lieux de la problématique du temps de travail aux urgences	39
Chapitre II : La physiologie du sommeil	43
1. L'architecture du sommeil	45
2. La régulation du cycle veille/sommeil	48
2.1. Le processus homéostasique.....	49
2.2. Le processus circadien.....	50
2.3. L'interaction des processus homéostasique et circadien.....	53
3. L'existence d'un triple conflit.....	54
Chapitre III : Les conséquences du manque de sommeil	59
1. Fatigue et somnolence.....	61
2. Les symptômes somatiques	63
3. Les capacités physiques	65
4. Le fonctionnement cognitif	65
4.1. L'attention.....	66
4.2. La mémoire	67
4.3. Les fonctions exécutives	69
5. La régulation émotionnelle.....	72
6. Vers un modèle intégratif	75

Chapitre IV : Le département des urgences – un système résilient ?	81
1. Les limites de la recherche expérimentale	83
2. Vers une approche plus écologique	85
2.1. La performance cognitive	85
2.2. L'apport de la simulation	87
2.3. L'observation in-situ	91
2.4. Les données auto-rapportées	92
2.5. Les indicateurs liés à la sécurité du patient.....	93
2.6. Les études interventionnelles	95
2.7. Synthèse de la littérature	97
3. La résilience comme modèle explicatif.....	100
3.1. Un concept multiforme.....	101
3.2. La perspective écosystémique.....	103
Chapitre V : La gestion du risque associé à la fatigue	109
1. Un changement de paradigme.....	111
2. Les systèmes de gestion du risque associé à la fatigue.....	112
2.1. Reason et les approches « SMS ».....	112
2.2. Le modèle de Dawson & McCulloch.....	113
2.2.1. Les stratégies de gestion du risque.....	116
2.2.2. L'identification des stratégies informelles.....	120
2.2.3. Les limites de l'approche « FRMS ».....	125
Chapitre VI : L'hypothèse cognitivo-énergétique	129
1. Le modèle de Hockey.....	131
2. Le syndrome du burnout	133
2.1. Fatigue et burnout.....	134
2.2. Les dimensions du burnout	136
2.3. Les facteurs de risque.....	139
2.4. Les conséquences du burnout	141
2.4.1. Au niveau systémique	141
2.4.2. Au niveau interindividuel.....	142
2.4.3. Au niveau intraindividuel.....	143
3. Implications théoriques.....	144

MÉTHODE ET HYPOTHÈSES

1. Objectifs	149
2. Proposition d'un modèle hypothétique	150
3. Développement d'une méthodologie	154
3.1. Phase I : identification	157
3.2. Phase II : quantification	160
3.3. Phase III : évaluation	161
4. Protocole de recherche.....	165

CONTRIBUTIONS EMPIRIQUES

Etude 1	169
1. Abstract.....	170
2. Introduction	171
3. Méthode	173
4. Résultats.....	176
5. Discussion.....	181
Etude 2	189
1. Abstract.....	190
2. Introduction	191
3. Méthode	193
4. Résultats.....	198
5. Discussion.....	204
Etude 3	209
1. Abstract.....	210
2. Introduction	211
3. Méthode	216
4. Résultats.....	224
5. Discussion.....	232

DISCUSSION GENERALE

1. Discussion	241
1.1. La trajectoire du risque.....	241
1.2. L'identification des stratégies de gestion du risque.....	248
1.3. L'efficacité des stratégies de gestion du risque	255
1.4. L'hypothèse cognitivo-énergétique	259
1.5. Synthèse des principaux résultats.....	262
2. Limites et perspectives de recherche	265
3. Implications pour la sécurité.....	272
4. Conclusions générales.....	280
Références	285

ANNEXES

A. Fatigue Management Survey.....	337
B. SomnoTraq	343
C. Maslach Burnout Inventory (HSS-MP)	351
D. Données supplémentaires – Étude 3.....	355

Introduction

Il est trois heures du matin. Un avion de ligne DC-8 s'apprête à atterrir à l'aéroport de Chicago avec près de 200 passagers à son bord. Le personnel navigant est composé du capitaine, de son copilote et d'un officier mécanicien assurant la gestion et la surveillance des systèmes de vol. Alors que l'avion entame son approche finale, l'officier mécanicien remarque que l'appareil ne se dirige pas vers la piste d'atterrissage mais pique directement sur le terminal de la compagnie. L'officier prévient alors immédiatement le copilote, actuellement aux contrôles de l'appareil. Le regard absent et les paupières entrouvertes, ce dernier lui répond nonchalamment : « Tout va bien, je me suis aligné sur un vecteur pour intercepter la piste d'atterrissage ». Réalisant que le copilote est frappé d'une profonde léthargie, le mécanicien se tourne alors vers le capitaine et constate avec stupeur, qu'il est complètement endormi. L'altimètre défile et chaque seconde qui passe amenuise les chances de rectifier la trajectoire de l'appareil dans les temps. En désespoir de cause, l'officier hurle sur le copilote pour le faire revenir à la raison. Réveillé en sursaut, le capitaine reprend immédiatement les commandes alors que le copilote, hébété, assiste passivement à l'atterrissage de l'appareil. Le débriefing de l'incident révélera que le copilote était effectivement dans un état confusionnel, piégé entre l'éveil et le sommeil (Moore-Ede, 1993). Tel un somnambule déconnecté de la réalité, il suivait une procédure maintes et maintes fois répétée sans prendre en considération les données de vol. Incohérent et insensible aux sollicitations extérieures, il représentait de toute évidence un danger pour l'ensemble des personnes à bord. Fort heureusement, le capitaine a repris les commandes à temps pour poser l'avion en toute sécurité et éviter ainsi une catastrophe sans précédent. À

l'autre bout du monde, les 290 passagers du vol 655 à destination de Dubaï ont, quant à eux, été bien moins chanceux (McCarthy, 1991).

Le 3 juillet 1988, l'airbus iranien A300 assure la brève connexion entre son aéroport côtier et la ville de Dubaï. Quelques 14000 pieds plus bas, la frégate USS Vincennes – fleuron technologique de l'US Navy – navigue dans les eaux neutres du golfe Persique. Nous sommes à la fin des années 80, la guerre opposant l'Iran et l'Irak s'éternise et la situation demeure très instable dans le golfe. Dans ce contexte particulièrement tendu, l'USS Vincennes a pour mission d'assurer la protection des pétroliers et autres navires de commerce face à la menace iranienne. Tard dans la nuit, l'équipage est maintenu éveillé par le déclenchement intempestif du système d'alarme du navire. A de multiples reprises, des patrouilleurs iraniens sont repérés aux abords du Vincennes, contraignant les membres de l'équipage à quitter leurs couchettes pour entamer la procédure de préparation au combat. Ereinté par cette tension permanente, le personnel en charge du système radar identifie le survol de l'airbus A300 comme une attaque imminente d'un avion de guerre iranien. Bien que le radar indique clairement que l'avion de ligne prend de l'altitude, un premier opérateur alerte le capitaine et lui répète anxieusement que la cible pique sur le navire. Un autre officier, luttant lui aussi contre le sommeil, déforme involontairement les données satellites pour correspondre à ce scénario d'attaque. En dépit des contre-indications du système automatisé, la décision est finalement prise de tirer deux missiles en direction de la cible. La frappe touche l'airbus de plein fouet entraînant ainsi la mort de 290 civils iraniens. L'équipage de l'USS Vincennes se rendra compte de la terrible méprise quelques minutes plus tard. Téhéran promet à l'Amérique « une pluie de sang » en représailles de la destruction de l'Airbus A300 et de ses occupants. Six mois plus tard,

les 270 passagers du vol 103 de la « Pan Am » décèdent suite à l'explosion d'une bombe cachée dans un conteneur à bagages. Ce sera le coup de grâce pour la compagnie aérienne américaine, contrainte de déclarer faillite quelques années plus tard et de licencier plus de 7500 employés.

Ces deux incidents ne sont pas le fruit du hasard. De la même manière, ce n'est pas une coïncidence si l'accident nucléaire de Three Mile Island, la marée noire de l'Exxon Valdez, l'accident chimique de Bhopal ou la catastrophe de Tchernobyl se sont tous déroulés en pleine nuit. Chacune de ces catastrophes est le symptôme d'une société qui s'est affranchie des contraintes circadiennes. Au cœur du problème se trouve un conflit fondamental entre les exigences de la société moderne et l'architecture même de notre organisme.

L'ingénieuse machinerie humaine est le fruit d'une lente évolution s'étalant sur plusieurs centaines de milliers d'années. Jusqu'il y a peu, nous vivions toujours au gré du coucher et du lever du soleil. L'homme chassait le jour, dormait la nuit et ne parcourait pas plus d'une vingtaine de kilomètres par jour. Aujourd'hui, nous travaillons à toute heure du jour et de la nuit, parfois même à travers différents fuseaux horaires. L'activité humaine n'est plus rythmée par l'immuable circonvolution de la Terre autour du Soleil, mais obéit aux impératifs logistiques essentiellement dictés par la doctrine économique. Productivité, rentabilité et compétitivité sont désormais les maîtres-mots qui rythment la distribution des activités éveillées. Les normes de temps de travail s'allongent et se diversifient de façon à assurer la production ininterrompue des usines. Les sociétés de services tirent parti des nouvelles normes pour étendre leurs activités et les services publics se voient contraints de renforcer leur présence tard dans la nuit. Sous l'impulsion du développement des outils numériques, les entreprises

actives sur le plan international font fi des fuseaux horaires et mettent en œuvre des projets de manière globale et simultanée dans plusieurs régions du monde. En conséquence, les employeurs exigent toujours plus de flexibilité de la part de leurs collaborateurs et les modèles d'horaires de travail sont de plus en plus perméables.

En l'espace d'un siècle, la société des 24 heures s'est imposée comme un nouveau mode de vie, balayant des millénaires d'activité diurne. Une transition bien trop brusque pour permettre aux lois de l'évolution darwinienne de s'appliquer. En effet, la quasi-totalité des mécanismes biochimiques et physiologiques suivent un rythme circadien. La diversité des rythmes de travail entre alors en contradiction avec la constance du rythme interne généré par l'horloge biologique. Ce décalage se manifeste par des difficultés d'endormissement, un sommeil moins réparateur ainsi qu'une sensation de somnolence qui persiste pendant la journée (Akerstedt & Wright, 2009 ; Schmidt et al., 2007). De ce point de vue, certains secteurs sont plus vulnérables que d'autres. Il s'agit non seulement des secteurs où les horaires sont prestés de nuit, mais également des métiers où le temps de travail peut être excessif (Folkard, 2008). On y retrouve aussi les activités nécessitant une garde dormante, ou toute autre forme d'organisation du travail impliquant des réveils rapides et imprévisibles (Wali et al., 2013). Les perturbations du rythme circadien sont d'autant plus importantes que les changements d'horaires sont fréquents (Corlett et al., 1988). La charge de travail joue également un rôle déterminant dans l'accumulation de la fatigue au cours de la journée, de même que certains facteurs environnementaux tels que le bruit ou les vibrations (Fan & Smith, 2018). Enfin, les activités professionnelles dont les objectifs sont soumis à une forte contrainte temporelle sont particulièrement vulnérables (Morgan et al., 2016).

Force est de constater que certains domaines d'activité cumulent l'ensemble de ces facteurs de risque. C'est notamment le cas du secteur aéronautique, où les équipes font face à de longues heures de travail et à des horaires variables, parfois même sur plusieurs fuseaux horaires. Les conséquences sur la sécurité du travail peuvent être dévastatrices, comme en témoigne le destin funeste de l'Airbus A300. En pole position, figure le secteur médical et plus particulièrement les services d'urgence dont l'engorgement n'a cessé de croître ces vingt dernières années (Somma et al., 2015). En Europe, les médecins urgentistes sont amenés à travailler jusqu'à 72 heures par semaine et 24 heures par jour pour assurer la continuité des soins (directive européenne 2003/88/CE). Un rythme effréné auquel n'échappent pas les assistants en formation. Des patients stressés, choqués, une grande variété de pathologies et une forte pression temporelle en font un environnement à très haut risque, presque chaotique, avec de nombreuses sources de fatigue cognitive et psychologique. Une étude menée auprès de 602 médecins à travers 130 unités d'urgences montre que 38% d'entre eux souffrent de somnolence diurne excessive (Handel et al., 2006). De même, la médecine d'urgence est la spécialité où l'on retrouve le plus haut taux de burnout avec une prévalence avoisinant les 65% (Schanafelt et al., 2012). En revanche, la littérature scientifique est moins unanime en ce qui concerne l'impact de la fatigue des médecins sur la qualité des soins dispensés. En effet, un certain nombre d'études suggèrent que la fatigue associée aux horaires atypiques n'aurait pas d'influence sur la performance ou la qualité des soins. Dans sa revue de la littérature, Kramer (2010) conclut que les études menées en situation de travail ne parviennent pas à démontrer que la fatigue se traduit par une détérioration systématique de la sécurité du patient. Ce constat est d'autant plus surprenant lorsque l'on considère la vaste littérature démontrant que la fatigue a un effet délétère sur de

nombreux aspects du fonctionnement physique, cognitif et émotionnel. En conséquence, les données actuellement disponibles sont jugées insuffisantes pour guider une nouvelle réforme de la réglementation du temps de travail des médecins (Gates et al., 2018).

Certains auteurs interprètent ces résultats comme étant la preuve de la capacité de résilience du système médical face à la fatigue. La résilience peut être définie comme la propriété intrinsèque d'une organisation à entretenir ou rétablir un état dynamiquement stable lui permettant de poursuivre ses opérations en présence d'un stress continu (Hollnagel, 2006). La notion de stress est ici à considérer comme toute source de variabilité ou de perturbation non prévue et susceptible d'entraver le fonctionnement du système de travail. Ainsi, l'absence de relation claire et systématique entre fatigue et performance trouverait son origine dans l'existence de mécanismes de résilience visant à réduire ou mitiger le risque associé à la fatigue (Sade, 2015 ; Czeisler, 2009 ; Samkoff & Jacques, 1991 ; Dunford, 1988). Il a été suggéré que ces mécanismes se développeraient principalement sous la forme de stratégies informelles dans les secteurs où il n'est pas souhaitable de réduire le temps de travail (Dawson et al., 2012). Ces stratégies émergeraient d'abord en tant qu'initiatives individuelles et se transmettraient ensuite à travers des pratiques de mentorat non documentées. La résilience du système de travail trouverait donc son origine dans la capacité de ses membres à maîtriser les risques, et notamment ceux liés à la fatigue. Les stratégies informelles de gestion du risque sont fondamentalement liées au contexte organisationnel dans lequel elles s'exercent, et il serait hasardeux de les considérer comme de « bonnes pratiques » aisément transposables. Leur étude n'en demeure pas moins essentielle dans la mesure où elle nous renseigne sur la façon dont le système est à même de s'autoréguler (Hollnagel et al., 2006). Au-delà de son intérêt scientifique, une telle

démarche permet d'appréhender les leviers par lesquels la performance peut être préservée dans les secteurs à risque, et ouvre ainsi la voie au développement de procédures formelles de gestion du risque. L'ingénierie de la résilience a dès lors pour finalité d'aborder les principes et méthodes par lesquels ces capacités peuvent être générées (Leplat, 2007).

À ce jour, très peu d'attention a été accordée à l'étude des stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue en milieu médical. Par ailleurs, il n'existe pas d'éléments empiriques qui permettent de juger de l'efficacité des stratégies mobilisées par les médecins fatigués. Bien que de nombreuses études se soient intéressées à l'effet de la fatigue sur la performance médicale, aucune à ce jour n'a évalué le potentiel rôle modérateur de ces stratégies. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle l'absence de relation systématique entre fatigue et performance serait liée à l'existence de mécanismes individuels de résilience reste à démontrer. Cette problématique de recherche revêt une importance capitale dans la mesure où il s'agit d'un des principaux arguments avancés par les opposants à une réduction du temps de travail des médecins spécialistes (Kramer, 2010). Plus précisément, l'idée véhiculée est que la confrontation à la fatigue est un aspect essentiel à la formation des médecins assistants dans la mesure où elle permet le développement de ces mécanismes compensatoires, considérés comme indispensables à l'exercice de la médecine d'urgence. L'absence de recherches sur le sujet est en partie due aux difficultés méthodologiques soulevées par l'étude de la fatigue et de ses conséquences sur la performance en contexte médical d'une part et, d'autre part, par l'identification et l'évaluation de stratégies informelles de gestion du risque. Malgré certaines avancées dans ces deux domaines, il n'existe à ce jour aucune étude qui couple l'évaluation de la fatigue, de la performance et des stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue.

En conséquence, notre travail poursuit un double objectif :

- (1) Proposer un modèle explicatif plus satisfaisant des liens entre fatigue et performance dans la gestion de situations d'urgence médicale
- (2) Développer une méthodologie permettant l'identification et l'évaluation des stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue déployées au niveau local, et ce dans l'objectif d'optimiser la résilience du système de travail.

Afin de restituer au mieux cette démarche et son application sur le terrain, le présent manuscrit est organisé en quatre sections.

La **première section** vise à présenter les principaux éléments contextuels et théoriques qui ont guidé notre questionnement. Le chapitre 1 introduit la problématique du temps de travail sous ses aspects historiques, sociologiques et législatifs. Nous exposons ensuite le cas particulier de la médecine d'urgence et de la structure de l'offre et de la demande en soins de santé. Au cours du chapitre 2, nous décrivons les différents mécanismes impliqués dans la régulation du cycle veille-sommeil et l'influence des contraintes temporelles associées aux horaires atypiques. Dans le chapitre 3, nous détaillons les conséquences de l'altération du cycle veille-sommeil sur le fonctionnement de l'organisme dans ses dimensions physiques, cognitives et émotionnelles. Le chapitre 4 rassemble les différents éléments empiriques et théoriques permettant de déterminer l'impact de la fatigue sur la performance en contexte médical. Le chapitre 5 introduit la littérature traitant de la gestion du risque associé à la fatigue et expose les différents éléments théoriques et méthodologiques susceptibles de rendre compte des résultats précédemment exposés. Enfin, le chapitre 6 a pour objectif d'investiguer

les conséquences à long terme de l'utilisation de stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue.

La **deuxième section** est consacrée à l'opérationnalisation de la recherche. Dans un premier temps, nous articulons les différents éléments théoriques en un modèle intégré de la gestion informelle du risque associé à la fatigue. Dans un second temps, nous exposons le développement des outils nécessaires à l'analyse statistique du système d'hypothèses. En dernier lieu, nous présentons la méthodologie déployée pour mettre à l'épreuve le modèle hypothétique au travers de trois études.

La **troisième section** consiste en la présentation des résultats des trois études. La première étude vise à identifier les stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue mobilisées par groupe de médecins urgentistes (Bérestégui et al., 2018). La deuxième étude a pour objectif de déterminer dans quelle mesure les médecins urgentistes évaluent précisément le risque associé à la fatigue (Bérestégui et al., 2019a). La troisième étude est consacrée à l'évaluation de l'efficacité des stratégies identifiées sur base d'indicateurs relatifs à la fatigue, à la performance et au bien-être (Bérestégui et al., 2019b).

En guise de conclusion, la **quatrième section** propose une discussion des résultats et des perspectives ouvertes par notre travail d'un point de vue théorique, méthodologique et organisationnel. Dans un premier temps, nous intégrons les résultats des trois études dans l'objectif de mettre à l'épreuve notre modèle hypothétique. Dans un second temps, nous présentons les limites de notre approche méthodologique et proposons des perspectives de recherche. Dans un troisième temps, nous discutons des implications pratiques en matière de gestion du risque associé à la fatigue. En dernier lieu, nous proposons une conclusion

synthétique de notre réflexion dans le cadre plus large de la sécurité au travail.

Cadre théorique

1

Le temps de travail

Sommaire

1. La bataille du temps	29
2. Les horaires de travail	33
2.1. Le régime normal	34
2.2. Les horaires atypiques.....	34
2.2.1 Le travail posté	35
2.2.2. Le travail de nuit	36
2.2.3. Les gardes dormantes	36
3. Le cas particulier des médecins urgentistes	37
3.1. Aspects législatifs	37
3.2. Etat des lieux de la problématique	39

Abstract. Au cours de ce premier chapitre, nous exposons les éléments de contexte historique permettant de définir la problématique et les tendances actuelles en matière de temps de travail. Nous présentons ensuite les principales formes de travail en horaires atypiques et les dispositions législatives qui y sont liées. Au départ de ces points de repère, nous introduisons le cas particulier des médecins urgentistes dont l'engorgement n'a cessé de croître ces vingt dernières années. Nous clôturons ce chapitre à travers la présentation des facteurs épidémiologiques, sociologiques et démographiques responsables de cette situation. In fine, nous constatons l'importance des enjeux actuels et futurs en matière de réglementation du temps de travail en médecine d'urgence.

1. La bataille du temps

La réglementation du temps de travail actuellement en vigueur est le fruit d'une longue lutte sociale prenant racine au début du XIX^{ème} siècle lors de la révolution industrielle. Cette époque est marquée par un essor considérable des techniques et méthodes de production de biens matériels. La rationalisation industrielle permet d'augmenter graduellement le rendement des lignes de production, et de résister à la pression concurrentielle croissante qui touche le secteur industriel. La course au profit s'accompagne d'une intensification progressive de la cadence de travail : il s'agit de travailler plus vite et plus longtemps. Dans la foulée, l'organisation scientifique du travail (OST) fait son apparition. Développée par l'ingénieur américain Frederick Winslow Taylor (1911), l'OST est une méthode de gestion des ateliers de production basée sur la division du travail. Taylor préconise une parcellisation extrême des tâches que l'ouvrier doit répéter en un temps minimum. Pour chaque tâche, les mouvements élémentaires sont couplés au fonctionnement des machines dont la vitesse s'accélère jusqu'aux limites du supportable. Ce que l'ouvrier vend à l'entreprise, c'est sa force de travail dédiée à une activité précise pendant une durée continue en vue de réalisations qui lui échappent. Les ouvriers se voient ainsi dépossédés de tout travail intellectuel de conception ou d'organisation et deviennent de simples exécutants dans d'immenses entreprises mécanisées.

Au début du XX^{ème} siècle, un mouvement de grève sans précédent touche le secteur industriel. La classe ouvrière dénonce la pénibilité du travail et le caractère profondément exploiteur du salariat. Les ouvriers revendiquent leur part des bénéfices liés aux progrès techniques, en partie sous la forme d'une réduction du temps de travail. En Belgique, ce mouvement contestataire de grande ampleur force les

premières négociations entre salariés et patronat. Ces initiatives locales se généralisent par la loi fédérale du 14 Juin 1921, signant la première intervention de l'État dans les affaires sociales. Le temps de travail est désormais limité à 8 heures par jour et 48 heures par semaine. Avant d'être voté, le projet de loi fait l'objet de vifs débats à la Chambre et au Sénat. Ses opposants évoquent le spectre de la perte de compétitivité alors que les partisans avancent des arguments liés au bien-être de la classe ouvrière, et notamment l'accès à une meilleure vie de famille. La légifération du temps de travail sonne l'arrivée d'une nouvelle conception du travail : il ne s'agit plus seulement de rendre le travail supportable, mais de rendre possible l'épanouissement en dehors du travail. La réduction du temps de travail et l'interdiction du travail des enfants doivent libérer du temps pour les loisirs, l'instruction et l'hygiène. Cette nouvelle doctrine se voit renforcée par la grave récession économique touchant l'Europe dans les années 1930. Le taux de chômage passe de 4 à 40 % en l'espace de quelques années et l'idée d'une répartition plus équitable du travail disponible fait son chemin. Le week-end de deux jours et les congés payés font leur apparition, réduisant le temps de travail à 40 heures par semaine.

Les années 1940 sont marquées par l'effort de guerre. Les acquis sociaux progressivement obtenus dans l'entre-deux guerres sont rapidement démantelés durant l'occupation. La semaine de 48h fait son retour pour satisfaire les besoins de l'économie de guerre et perdure plusieurs années par nécessité de reconstruire le pays. La fin de la reconstruction signe le retour des préoccupations sociales. Les décennies qui suivent sont caractérisées par la consolidation et la généralisation d'une dynamique de solidarité sociale. Le temps de travail dans ses dimensions journalières, hebdomadaires et annuelles connaît une

réduction linéaire, aboutissant au retour du régime de 40 heures par semaines instauré par la loi fédérale du 16 mars 1971.

A partir de 1975, le mouvement collectiviste de réduction du temps de travail s'essouffle progressivement et laisse place à une nouvelle doctrine : celle des aménagements individualisés. Dans le cadre de la lutte contre le chômage, la volonté de réduire les horaires collectifs se déplace sur les temps individuels et la recherche d'organisations plus flexibles du temps de travail. L'idée est de permettre à l'entreprise d'organiser le temps de travail en fonction de ses besoins et des fluctuations de la demande. Avec l'apparition de l'intérim et du travail à temps partiel, le temps de travail peut désormais être modulé en fonction du carnet de commandes de l'entreprise. Au-delà de la durée du travail, l'employeur a également la possibilité d'adapter les horaires de travail avec une certaine souplesse. Les pratiques de flexibilité seront approuvées à contrecœur par les organisations syndicales en échange d'un contrôle sectoriel sur leur implémentation et d'une garantie de l'augmentation de l'emploi. La loi fédérale du 17 mars 1987 permet désormais aux employeurs d'introduire de nouveaux régimes de travail initialement non couverts par la législation. Cette tendance vers une gestion du temps de travail « au cas par cas » ne fera que se consolider avec la stratégie politique de flexibilité adoptée par l'Europe dès le début des années 1990. Il ne s'agit plus de réduire mais d'optimiser le temps de travail pour affronter les difficultés économiques et faire face à une compétition accrue sur les marchés internationaux (Michon, 2005). Dans ce contexte, la directive européenne de 1993 fixe le temps de travail hebdomadaire à 48 heures et introduit un mode de calcul se basant sur une période de référence permettant de dépasser ponctuellement cette limite (1993/104/CE). Par ailleurs, la directive prévoit que cette limitation ne s'applique pas à certains secteurs

(e.g. navigation maritime, transport aérien, soins de santé). En 2003, une révision de la directive ramène ces secteurs dans le champ d'application de la loi mais introduit dans le même temps une clause de renonciation (2003/88/CE). Cette clause permet au travailleur de déroger au maximum hebdomadaire dans ces mêmes secteurs (i.e. « opting out »). Pour ces professions, il est désormais possible d'augmenter le temps de travail jusqu'à 65 heures hebdomadaires sous réserve de l'accord du travailleur. À ce jour, la directive de 2003 fait toujours l'objet de débats entre les syndicats – opposés à toute refonte qui se traduirait par un allongement du temps de travail –, et les organisations patronales – appuyant au contraire toutes dispositions autorisant plus de flexibilité. La volonté d'une réduction collective du temps de travail n'a toutefois pas totalement disparu et poursuit sa lente progression en parallèle au développement des pratiques de flexibilité. Au tournant du XXI^{ème} siècle, la Belgique passe successivement à une généralisation des 39 heures (loi fédérale du 26 juillet 1996) puis des 38 heures par semaine (loi fédérale du 10 août 2001).

L'évolution du temps de travail obéit donc à un double processus : une réduction continue de la durée « normale » du travail sur le long terme et une diversification récente des horaires « atypiques » et de leurs modalités d'application. En réalité, la multiplication des temps individuels s'inscrit dans une dynamique plus large de transformation de la société. Dans son article intitulé « Night as frontier », le sociologue Murray Melbin (1978) dresse un parallèle entre la récente diversification des horaires de travail et le passé colonial de l'Amérique du Nord. Melbin part du postulat que le temps, comme l'espace, peut être investi et occupé par les hommes. En l'absence de nouvelles terres à conquérir, la nuit est alors considérée comme l'ultime frontière dont l'extension sera source de

profits. C'est dans ce sens que la course à la colonisation a laissé place à une nouvelle forme d'expansion civilisationnelle. La distribution des activités éveillées sur les 24 heures de la journée permet de rentabiliser le temps, une ressource devenue trop rare pour être mise en jachère. La société des 24 heures est désormais solidement ancrée dans notre quotidien et implique des changements sociaux pouvant difficilement être inversés. La modification du rapport au temps s'est vue renforcée par l'avènement des technologies numériques (Aubert, 2004). Le délai n'existe plus et l'exigence d'immédiateté contribue à produire l'urgence. L'homme moderne ne supporte plus la contrainte temporelle, transformant une société soumise au temps en une société qui entend le dominer.

Ainsi, l'essoufflement du mouvement séculaire de réduction du temps de travail et l'entrée dans une nouvelle ère de flexibilité ne fait qu'accompagner la métamorphose d'une société devenue cathémérale. Les normes de temps de travail se diversifient en horaires courts et longs, en calendriers glissants et fluctuants.

2. Les horaires de travail

Le temps de travail se définit comme « toute période durant laquelle le travailleur est au travail, à la disposition de l'employeur et dans l'exercice de son activité ou de ses fonctions » (directive européenne 1993/104/CE). La notion de temps de travail « effectif » est utilisée pour rendre compte du caractère actif de l'employé. Sont ainsi exclus les temps de restauration ou de pause, les temps nécessaires aux opérations d'habillage et de déshabillage et les temps de déplacement du domicile au lieu de travail. Le temps de travail effectif est déterminé par l'employeur en conformité avec la législation nationale, elle-même transposée de

directives supranationales (e.g. européennes). Il est comptabilisé sur une base quotidienne, mensuelle et annuelle.

En Belgique, la réglementation en matière de temps de travail se fonde sur les régimes de travail : des formes d'organisation du travail revêtant une certaine constance.

2.1. Le régime normal

Par défaut, la réglementation repose sur la règle dite « normale » ne nécessitant l'application d'aucune disposition dérogatoire (loi fédérale du 16 mars 1971 sur le travail). Le régime normal repose sur quatre principes fondamentaux :

- le temps de travail effectif est limité à 8 heures par jour et à 40 heures par semaine (38 heures par semaine sur base annuelle) ;
- la semaine de travail s'étend du lundi au samedi (au plus tard) ;
- il n'est pas travaillé pendant la nuit (entre 20 heures et 6 heures) ;
- le repos des jours fériés est respecté.

Tout régime horaire dérogeant à au moins un de ces principes est considéré comme « atypique ».

2.2. Les horaires atypiques

Les horaires atypiques désignent les configurations de temps de travail situées en dehors du cadre de la semaine standard. Ils concernent donc les prestations effectuées en soirée, de nuit, le dimanche ou les jours fériés, ainsi que les formes particulières d'organisation du travail. Les horaires atypiques les plus répandus sont le travail posté, le travail de nuit et la garde dormante.

2.2.1. *Le travail posté*

Le travail posté ou travail en équipes successives est une forme particulière d'organisation du travail permettant de déroger aux limites journalières et hebdomadaires du temps de travail. Ces formules intensives correspondent à des modes de production en continu où l'arrêt des installations n'est pas souhaité pour des raisons techniques, économiques ou de sécurité. Au minimum, le travail posté implique deux équipes composées de deux travailleurs. Les limites maximales du temps de travail passent à 11 heures par jour et 50 heures par semaine. Des repos compensatoires doivent être observés de façon à maintenir le temps de travail hebdomadaire moyen à 38 heures sur une période de référence. Il existe plusieurs systèmes d'organisation du travail posté :

- le système **discontinu** : deux équipes prestent respectivement la matinée et l'après-midi, le travail est arrêté en fin de journée et la semaine s'étend du lundi au vendredi ;
- le système **semi-continu** intègre une troisième équipe prestant la pause de nuit ;
- le système **continu** assure une continuité du travail sans arrêt durant le week-end ou les jours fériés.

Le travail posté peut comporter des équipes fixes dont l'horaire ne varie pas, ou alternantes avec une rotation des équipes. La rotation s'opère dans le sens horloger ou anti-horloger, typiquement au bout d'une semaine ou d'une quinzaine. En 2013, le travail posté concernait 6,8% des salariés en Belgique, contre 15,7% en Europe.

2.2.2. *Le travail de nuit*

Le travail de nuit concerne les prestations d'au moins trois heures consécutives effectuées entre 20 heures et 6 heures. Selon la loi fédérale du 16 mars 1971, le principe est l'interdiction du travail de nuit. La législation prévoit toutefois de nombreuses dérogations à l'interdiction du travail de nuit, et ce :

- pour certains secteurs (e.g. construction, commerce, industrie alimentaire) ;
- pour certaines entreprises (e.g. hôtels, boulangeries, agences de voyage) ;
- pour l'exécution de certains travaux (e.g. inventaire, surveillance, réparation) ;
- pour certains travailleurs (e.g. médecins, travailleurs à domicile, personnel navigant) ;
- pour des motifs économiques ou garantir la continuité du travail (e.g. travail posté).

Les travailleurs de nuit sont considérés comme exerçant une activité à risque et sont à ce titre soumis à une surveillance de santé spécifique. Par ailleurs, une évaluation préalable doit déterminer si les caractéristiques individuelles du travailleur sont compatibles avec les risques associés au travail de nuit. En 2013, le travail de nuit concernait 3% des salariés en Belgique, contre 6.8% en Europe.

2.2.3. *Les gardes dormantes*

Lors d'une garde dormante, le travailleur est présent sur le lieu de travail mais peut se reposer pendant les périodes où ses services ne sont pas sollicités. Il peut être appelé à tout moment pour délivrer une

prestation de travail. Depuis la loi fédérale du 5 mars 2017, les gardes dormantes sont entièrement assimilées à du temps de travail lorsqu'elles exigent une présence physique sur le lieu de travail. Dans les cas où le travailleur est « appelable » à domicile, seule la durée des prestations effectives est considérée comme du temps de travail.

3. Le cas particulier des médecins urgentistes

3.1. Aspects législatifs

La majorité des médecins urgentistes travaillent selon un système de travail posté continu composé de deux équipes en alternance : une équipe de jour et une équipe assurant une garde dormante sur le lieu de travail. En Belgique, le temps de travail des médecins urgentistes n'obéit ni au régime normal, ni au régime du travail posté. Initialement, la loi fédérale du 16 mars 1971 exclut les médecins spécialistes du champ d'application des dispositions en matière de temps de travail, dispositions jugées trop contraignantes pour assurer la continuité des soins de santé. A partir de 2003, la nouvelle directive européenne (2003/88/CE) ne permet plus leur exclusion, contraignant la Belgique – ainsi que de nombreux États membres – à inscrire de nouvelles dispositions légales en matière de temps de travail pour ces professions.

En conformité avec la directive européenne de 2003, la loi fédérale du 12 décembre 2010 fixe désormais les limites applicables en matière de temps de travail pour les médecins spécialistes et les médecins en formation :

- le temps de travail hebdomadaire moyen ne peut dépasser 48 heures sur une période de référence de 13 semaines ;

- le temps de travail hebdomadaire absolu ne peut dépasser 60 heures ;
- la durée de chaque prestation ne peut excéder 24 heures ;
- un temps de repos d'au moins 12 heures consécutives doit être accordé après une prestation comprise entre 12 et 24 heures.

La loi fédérale du 12 décembre 2010 introduit également une clause de renonciation (e.g. opting out) autorisant un temps de travail additionnel de 12 heures par semaine moyennant l'accord préalable du travailleur. Ainsi, les médecins urgentistes peuvent travailler jusqu'à 72 heures par semaine et 24 heures par jour, et ce durant l'ensemble des jours calendaires. Un rythme effréné qui, malgré tout, ne semble pas suffisant pour garantir le bon fonctionnement des services d'urgence.

En effet, depuis 2003, la commission européenne a relevé une série d'infractions à la directive de la part de plusieurs États membres. Ces infractions concernent un dépassement de la limitation du temps de travail chez les médecins exerçant dans les centres hospitaliers. En Irlande, la commission a constaté un non-respect de la limitation du temps de travail pour les médecins en formation, régulièrement amenés à travailler 36 heures sans interruption et plus de 100 heures sur une semaine donnée. La Grèce a également été sanctionnée pour l'absence de plafond légal concernant le temps de travail hebdomadaire et le nombre d'heures consécutives. De même, la France et la Belgique ont été mises en demeure dans le cadre du non-respect de leurs obligations en matière de temps de travail des internes en médecine. En 2014, seulement 6 des 27 États membres étaient en mesure de démontrer le respect des normes européennes (Temple, 2014). En réalité, le dépassement de la limitation est un mal nécessaire pour faire face à un défi majeur qui touche l'Europe du XXIème siècle.

3.2. Etat des lieux de la problématique du temps de travail aux urgences

Ces vingt dernières années ont vu l'émergence d'un déséquilibre entre l'offre et la demande en soins de santé dans l'ensemble des Etats membres de l'Union européenne (Somma et al., 2015). Ce déséquilibre trouve son origine dans une conjonction de facteurs épidémiologiques, sociologiques et démographiques.

La majorité des centres hospitaliers disposent d'un service d'urgence dont la mission est d'assurer une permanence médicale à destination des personnes se présentant d'elles-mêmes ou par le biais des services de secours (e.g. SAMU, pompiers, etc.). Par définition, l'urgence médicale est justifiée lorsque la situation nécessite une intervention rapide sans laquelle le pronostic vital ou fonctionnel pourrait être engagé (Gentile et al., 2004). Dans la pratique, les services d'urgences sont dans l'obligation d'accueillir tous types de patients et ne peuvent opérer de sélection sur base du motif d'admission. En période de forte affluence, un triage peut toutefois être effectué afin de déterminer le degré de gravité des lésions et la priorité des traitements qui vont suivre (Jobé et al., 2018). Depuis les années 90, de nombreux rapports mettent en évidence un phénomène d'engorgement des services d'urgence avec une augmentation du nombre de patients de l'ordre de 10 à 20% (Institute of Medicine, 2008). Le vieillissement démographique et l'augmentation de la prévalence des maladies chroniques sont en partie responsables de cette situation. Toutefois, il apparaît également qu'une proportion croissante des admissions aux urgences ne sont pas justifiées d'un point de vue médical (Weinick et al., 2010). Selon une étude réalisée en 2008, 56% des visites aux urgences en Belgique sont considérées comme « inappropriées » par les médecins (cité dans Cliniques universitaires

Saint-Luc, 2011). Dans la plupart des cas, il s'agit d'affections bénignes qui auraient pu être traitées en première ligne par le médecin généraliste.

Selon l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques, ce phénomène traduit en réalité une difficulté d'accès aux soins primaires ainsi qu'une pénurie de médecins pour assurer les gardes dans les campagnes (OCDE, 2013). La médecine générale n'attire plus assez de candidats (Roberfroid et al., 2008 ; Kutob et al., 2003) et les disparités géographiques s'accroissent en faveur des centres urbains (Steinhaeuser et al., 2014). A l'heure actuelle, plus de 60% des communes rurales de Wallonie font face à une pénurie de médecins généralistes. Selon les dernières projections, le nombre de médecins exerçant dans les zones rurales sera divisé par deux d'ici 2037 (Miermans et al., 2016). Les défauts de prise en charge par la médecine de proximité compromettent le traitement précoce de pathologies chronosensibles et contribuent ainsi à créer l'urgence (Hugli et al., 2006). En l'absence de médecins de garde, les personnes résidant dans ces « déserts médicaux » se tournent naturellement vers les centres hospitaliers. A ceci s'ajoutent des motivations financières : le tiers payant en vigueur dans les hôpitaux permet de s'affranchir uniquement du ticket modérateur alors que la majorité des médecins généralistes réclament la totalité des honoraires.

Dans ce contexte, le service des urgences se transforme en un centre d'accueil et d'orientation dont l'engorgement se répercute sur la charge de travail des médecins. Des horaires intensifs et atypiques, une surcharge administrative et un manque de reconnaissance pour le travail accompli sont les principaux griefs et contraintes cités par les médecins urgentistes (Reader et al., 2008). Pour ces différentes raisons, la médecine d'urgence est une spécialisation peu attractive et de plus en plus délaissée par les futurs praticiens. Au même titre, un médecin urgentiste sur deux

envisage sérieusement de changer d'activité. Un cercle vicieux s'installe : la détérioration des conditions de travail entraîne la pénurie et vice versa. Selon le président de l'association des médecins urgentistes de Belgique, il manquerait actuellement plus de 1200 médecins pour assurer le bon fonctionnement des services d'urgence (Raedle, 2014). Les dernières projections européennes indiquent que le déséquilibre entre l'offre et la demande en soins de santé devrait s'accroître dans les décennies à venir (Mot et al., 2012). Bien que les services d'urgence soient les premières structures à éprouver cette problématique, c'est bien l'ensemble du système de soins de santé qui est compromis.

En l'absence de réformes structurelles, le dépassement des limites horaires est l'ultime levier pour faire face à l'engorgement des services d'urgence dans certains pays. A contrario, une réduction du temps de travail pourrait avoir des conséquences dramatiques sur la continuité des soins. C'est dans ce sens que les exigences en matière de temps de travail sont considérées comme un mal nécessaire dans l'attente de mesures plus globales. Ainsi, le secteur médical est devenu, à son corps défendant, le parfait représentant d'une politique privilégiant le recours intensif aux pratiques de flexibilité pour satisfaire aux exigences de productivité. L'intensification du travail se superpose alors aux contraintes temporelles associées aux horaires atypiques. Dans ce contexte, la question qui se pose est celle des risques associés à de tels horaires, aussi bien du point de vue de la qualité des soins dispensés que de la santé du personnel soignant. L'influence des horaires atypiques sur les différents mécanismes régulant le sommeil se trouve au cœur de cette problématique. En effet, la réalisation d'une activité professionnelle dont les horaires sont en décalage, voire en opposition avec les rythmes biologiques, engendre des risques pour la santé et la sécurité.

Résumé



- ❖ L'évolution de la réglementation du temps de travail obéit à un double processus : une réduction continue de la durée normale du travail sur le long terme, et une diversification récente des horaires atypiques pour satisfaire aux exigences de productivité.
- ❖ La médecine d'urgence est un secteur particulièrement marqué par le recours aux pratiques de flexibilité, en raison d'un déséquilibre croissant entre l'offre et la demande de soins de santé.
- ❖ En Belgique, les médecins urgentistes travaillent jusqu'à 72 heures par semaine et 24 heures par jour selon un système de travail posté continu avec garde dormante.
- ❖ Quels sont les risques associés à de tels horaires ?

2

La physiologie du sommeil

Sommaire

1. L'architecture du sommeil	45
2. La régulation du cycle veille/sommeil	48
2.1. La pression homéostatique	49
2.2. Le rythme circadien	50
2.3. L'interaction des processus homéostatique et circadien.....	53
3. L'existence d'un triple conflit.....	54

Abstract. Au cours du deuxième chapitre, nous exposons les différents mécanismes impliqués dans la régulation du sommeil. Selon une approche micro-macro, nous partons d'abord du sommeil que nous décrivons du point de vue de son architecture et de ses fonctions. Nous décrivons ensuite les principaux mécanismes chronobiologiques qui déterminent l'éveil et l'endormissement. En dernier lieu, nous déterminons dans quelle mesure les contraintes associées aux horaires atypiques sont en contradiction avec ces différents processus. Au terme du présent chapitre, nous constatons que la médecine d'urgence est un secteur particulièrement à risque d'un point de vue chronobiologique.

1. L'architecture du sommeil

Le sommeil a longtemps été conceptualisé comme un processus passif et homogène, ne suscitant que peu d'intérêt parmi la communauté scientifique. On y voyait un phénomène « d'extinction cérébrale » causé par l'hypostimulation sensorielle associée à l'obscurité et au silence de la nuit (Dement, 1998). Ce n'est qu'à partir de 1953 que, pour la première fois, Aserinsky & Kleitman démontrent que le sommeil est composé de deux phases distinctes. Cette découverte repose sur l'observation de mouvements oculaires rapides et incessants (i.e. « Rapid Eye Movement » – REM) se produisant à des moments précis durant le sommeil. On distingue alors le sommeil lent du sommeil paradoxal, caractérisé par des REM et une certaine atonie musculaire. Par la suite, l'électroencéphalographie (i.e. EEG) permet de caractériser l'activité électrique du cerveau durant ces phases et d'affiner le sommeil lent en différents stades s'enchaînant selon une séquence déterminée (Figure 1).

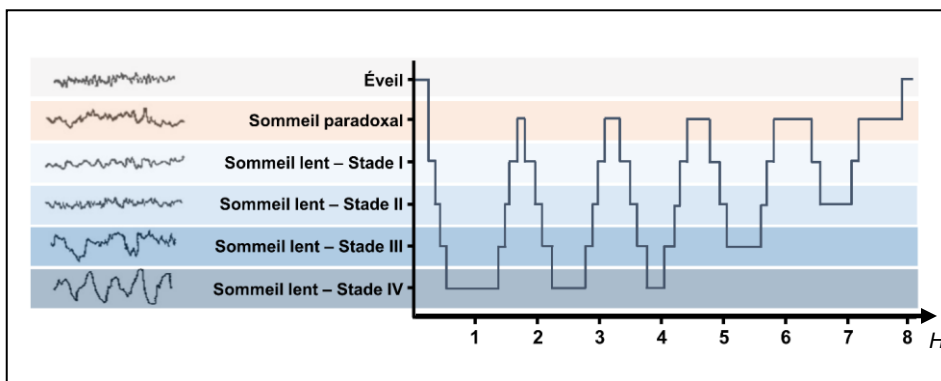


Figure 1. Les stades du sommeil. Représentation de la chronologie des stades du sommeil et de l'activité électrique cérébrale associée.

L'état d'éveil caractérise tous les moments conscients de notre vie. Cet état oscille de façon plus ou moins rapide entre des temps d'éveil actif et d'éveil passif. Au cours de l'éveil actif, les yeux sont grands ouverts et

mobiles, les réflexes sont vifs et l'EEG montre des oscillations rapides de faible amplitude. L'individu est sensible aux stimulations extérieures et présente une certaine capacité de réaction. Durant ces périodes, l'organisme est en état d'alerte et il est très difficile de trouver le sommeil. A ces états actifs succèdent de façon périodique des états de veille passive durant lesquelles les réflexes sont moins vifs. Les yeux picotent et la fréquence de clignement des paupières s'accélère. Les oscillations de l'EEG sont plus régulières, légèrement ralenties et amplifiées. Cet état de veille relaxé est caractérisé par une profonde envie de dormir et, à ce titre, est une porte ouverte vers le sommeil.

Le sommeil lent est caractérisé par un ralentissement et une augmentation progressive de l'amplitude des ondes électriques corticales. Il représente 75 à 80% du temps de sommeil total et peut être décomposé en quatre stades de profondeur croissante. Le stade I est une période de transition entre l'éveil et le sommeil, correspondant à l'endormissement ou à un état de pré-réveil. L'individu n'est pas tout à fait endormi ni tout à fait éveillé, les mouvements se font rares et le rythme cardiaque ralentit. Le stade II est caractérisé par un sommeil léger et une certaine réactivité aux stimulations extérieures (e.g. bruits, lumières). Les rêves sont proches d'une pensée d'éveil et revêtent une certaine cohérence. Les stades III et IV correspondent au sommeil profond et sont parfois considérés comme un seul et même stade. La réactivité aux stimulations extérieures est faible et l'immobilité à peu près totale. Les yeux sous les paupières fermées sont immobiles, l'activité électrique cérébrale est lente et ample. Le sommeil profond est particulièrement réparateur. C'est durant cette phase que les aliments ingérés durant la journée sont synthétisés et que l'hormone de croissance est sécrétée, stimulant ainsi la régénération des tissus. Les cellules gliales présentes dans le cerveau sont

restaurées en sucre afin d'assurer l'alimentation continue des neurones.

Le sommeil paradoxal tient son appellation du contraste entre une paralysie totale du corps et une activité électrique cérébrale très proche de celle de l'éveil (i.e. rapide et peu ample). Cette particularité ferait du sommeil paradoxal le siège privilégié de l'activité onirique. A ce stade, le dormeur est très difficile à réveiller et le mouvement des yeux est visible au travers des paupières fermées. Il a été démontré que le sommeil paradoxal joue un rôle essentiel dans la formation et la consolidation à long terme des souvenirs (Le Barillier, 2015). Le sommeil paradoxal représente 20 à 25% du sommeil total, soit à peu près 2 heures par nuit.

La fin du sommeil paradoxal marque le début d'un nouveau cycle, caractérisé par une courte phase de transition durant laquelle le réveil sera aisé. La durée d'un cycle oscille entre 90 et 120 minutes en fonction des individus. Une nuit de sommeil complète correspond donc à l'enchaînement de 4 à 6 cycles. Les deux premiers cycles sont majoritairement composés de sommeil profond (i.e. stade III et IV). Au cours des cycles suivants, la proportion de sommeil léger (i.e. stade I et II) et de sommeil paradoxal est de plus en plus importante. C'est dans ce sens que l'on considère que la qualité du sommeil se modifie au cours de la nuit, les premières heures étant les plus réparatrices. Toutefois, l'architecture du sommeil s'adapte en fonction des besoins de l'individu. Ainsi, la quantité de sommeil profond est proportionnelle à la durée de l'éveil ainsi qu'à l'intensité de l'activité qui précède (Sauzeau, 2017). En cas de privation de sommeil, le déficit en sommeil profond est comblé en priorité alors que l'allongement du sommeil paradoxal n'intervient qu'en second lieu. La durée d'un cycle complet est remarquablement stable chez un même individu, et ce tout au long de sa vie. En revanche, la proportion de sommeil profond diminue avec l'âge au bénéfice du sommeil léger.

Enfin, le réveil est marqué par un phénomène connu sous le nom d'inertie hypnique (Åkerstedt & Folkard, 1995). Il qualifie la période immédiatement consécutive au réveil et se caractérise par une hypovigilance transitoire, des troubles de l'humeur et une diminution temporaire des performances cognitives (Cabon et al., 2003). La sévérité de l'inertie hypnique varie en fonction de la durée, de la qualité et du stade de sommeil au moment du réveil (Muzet et al., 1995). Le facteur qui aggrave le plus les effets de l'inertie hypnique est relatif à la présence d'ondes lentes au cours de la période de sommeil qui précède (Cabon et al., 2003).

L'architecture du sommeil consiste donc en l'enchaînement de différents stades selon une séquence déterminée. A ces stades correspondent différentes formes de sommeil remplissant des fonctions qui leurs sont propres. Bien que revêtant une certaine constance, le sommeil est un processus dynamique qui s'adapte chaque jour aux besoins de l'individu.

2. La régulation du cycle veille-sommeil

La littérature traitant de l'architecture du sommeil permet d'en préciser le rôle et de rendre compte des phénomènes oculaires et oniriques qui y sont associés. Toutefois, elle n'explique pas pourquoi le cycle veille-sommeil est naturellement ajusté à une période de 24h.

Depuis les travaux de Borbély (1982), nous savons que l'alternance veille-sommeil est régulée par l'action combinée de deux processus indépendants.

2.1. Le processus homéostatique

Le premier processus est un mécanisme homéostatique qui permet à l'organisme de compenser le manque ou le surplus de sommeil (Tobler and Achermann, 2007). Ce mécanisme exerce une pression qui, de façon exponentielle, augmente avec la durée d'éveil et diminue durant le sommeil (Figure 2). Plus la pression du sommeil est élevée, plus le sentiment de somnolence est important. Inversement, une faible pression du sommeil lors du coucher est caractérisée par des difficultés d'endormissement. Il s'agit d'un phénomène cumulatif dans la mesure où il est fonction de l'historique du sommeil des derniers jours. L'accumulation d'une dette de sommeil entraînera non seulement une augmentation compensatoire de la durée mais également de l'intensité du sommeil. En effet, plus la pression homéostatique est forte et plus la période de repos qui lui succède sera riche en sommeil profond (Sauzeau, 2017). Les conditions d'équilibre du processus homéostatique dépendent

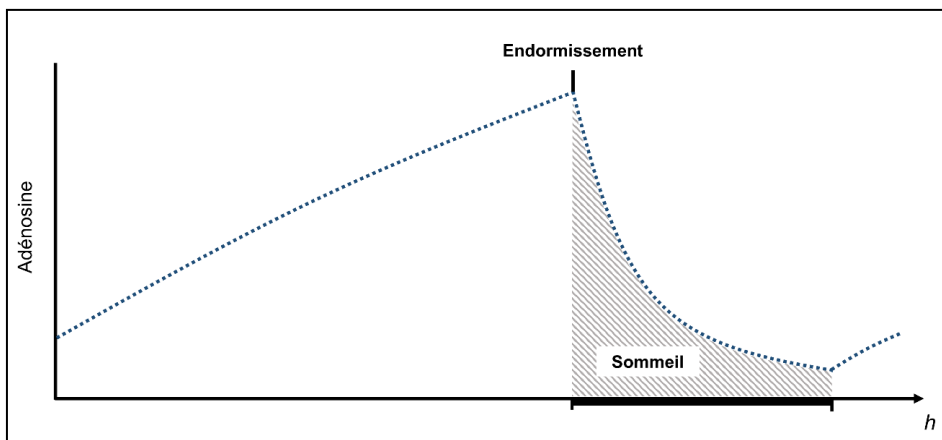


Figure 2. Le processus homéostatique. Évolution de l'adénosine au décours du temps selon une alternance « normale » du cycle veille-sommeil. L'adénosine est un marqueur physiologique de la pression homéostatique du sommeil.

donc des besoins de l'individu, mais sont également soumises aux contraintes extérieures dictant les opportunités de sommeil (e.g. horaires atypiques). Un nombre croissant d'études atteste du rôle de l'adénosine comme marqueur biologique du processus homéostatique (Bjorness & Greene, 2009). L'adénosine est un neuro-modulateur ayant une activité inhibitrice sur deux neurotransmetteurs excitateurs (e.g. l'acétylcholine et le glutamate) dont l'accumulation en intracérébral induit l'entrée en sommeil de stade I.

2.2. Le processus circadien

Le terme circadien vient du latin *circa*, « autour », et *dies*, « jour », et désigne un cycle dont la durée avoisine 24 heures (Halberg, 1963). La rythmicité circadienne concerne un très grand nombre de processus physiologiques, et notamment l'alternance veille-sommeil (Vecchierini, 2013). Contrairement à la pression homéostatique, le processus circadien promeut l'éveil. Il est contrôlé par une « horloge biologique » située dans l'hypothalamus, générant des périodes favorables à l'éveil indépendamment du processus homéostatique (Zhu et Zee, 2012). Plus précisément, l'horloge interne est composée de deux mécanismes distincts appelés « oscillateurs » (Vecchierini, 1997).

L'oscillateur « fort » contrôle notamment le rythme de la température corporelle et du sommeil paradoxal. Il est très peu influencé par les synchroniseurs externes ou les modifications extérieures de rythme. Les synchroniseurs externes sont des signaux périodiques de l'environnement susceptibles de modifier la périodicité des rythmes biologiques (e.g. l'horaire de travail, l'heure des repas). Ainsi, l'oscillateur fort oppose une inertie importante aux synchroniseurs externes. C'est pourquoi l'organisme a souvent besoin de plusieurs semaines pour

resynchroniser la rythmicité du sommeil paradoxal suite à l'introduction d'un nouvel horaire de travail par exemple. Le terme de « désynchronisation externe » est utilisé pour désigner le décalage entre l'oscillateur fort et les synchroniseurs externes.

L'oscillateur « faible » a sous sa dépendance le rythme veille-sommeil et celui de certaines hormones (e.g. prolactine, hormone de croissance). Contrairement à l'oscillateur fort, il est très sensible aux synchroniseurs externes et s'adapte rapidement aux modifications de l'environnement. C'est dans ce sens que l'on dit de cet oscillateur qu'il oppose une faible inertie aux synchroniseurs externes. Ainsi, le rythme veille-sommeil se resynchronise en quelques jours lors d'un changement d'horaire de travail alors que les rythmes profonds (e.g. température corporelle) restent perturbés plus longtemps. Le terme de « désynchronisation interne » est utilisé pour désigner le décalage entre l'oscillateur faible et l'oscillateur fort.

Les désynchronisations peuvent trouver leur origine dans des facteurs individuels (e.g. chronotype « du matin » ou « du soir ») ou environnementaux. Dans ce dernier cas, on parlera d'altérations de phase d'origines externes. Ce sont les difficultés rencontrées par les personnes soumises à des changements horaires (e.g. travail posté, jetlag). La sensibilité des individus aux modifications extérieures de rythme est variable. L'adaptation est plus difficile après 35 ans, chez les sujets dépressifs ou présentant des problèmes psychologiques. Quelle que soit leur nature ou leur origine, les désynchronisations se manifestent par les mêmes symptômes cliniques (e.g. insomnie, somnolence excessive, troubles de l'appétit).

En l'absence de modifications extérieures de rythme, le processus circadien génère deux pics de somnolence à des moments précis de la journée (Figure 3). Le premier se produit entre 3 et 5 heures du matin et est connu sous le nom de « Window of Circadian Low » (i.e. WOCL) en référence à la valeur journalière minimale de la température corporelle. Le second se produit entre 15 et 17 heures et est appelé « Afternoon Nap Window » (i.e. ANW) en référence à la sieste post digestive qu'il peut entraîner, bien qu'elle ne soit pas directement causée par l'alimentation. Le rythme circadien génère également une période favorable à l'éveil dénommée « Wake Maintenance Zone » (i.e. WMZ) survenant à la suite de l'ANW, quelques heures avant le coucher. Cette période est parfois appelée le « second souffle » dans la mesure où elle est associée à un regain d'énergie compliquant l'endormissement. Les deux principaux marqueurs fiables de la composante circadienne du rythme veille-sommeil (i.e. oscillateur fort) sont la température corporelle et la sécrétion de mélatonine.

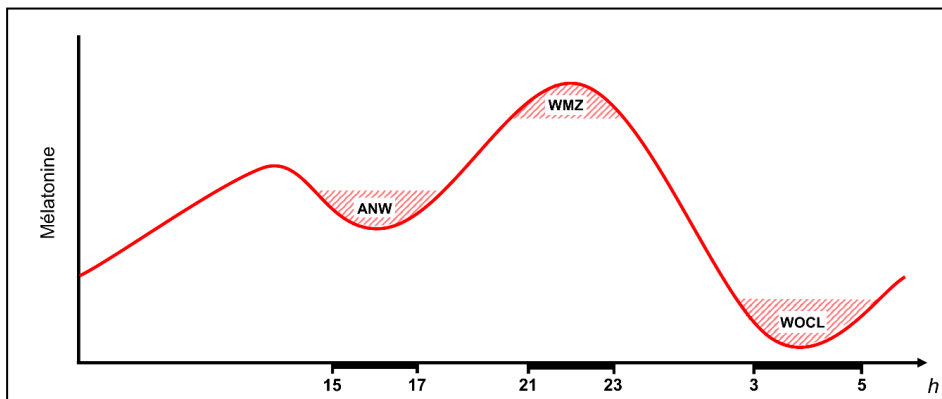


Figure 3. Le processus circadien. Evolution de la mélatonine au décours du temps selon une alternance « normale » du rythme veille-sommeil. La mélatonine est un marqueur physiologique du processus circadien.

2.3. L'interaction des processus homéostasique et circadien

Le rythme veille-sommeil est le résultat de l'action combinée de ces deux processus. En l'absence de modifications extérieures de rythme, l'interaction des deux processus emprunte le pattern suivant (Figure 4).

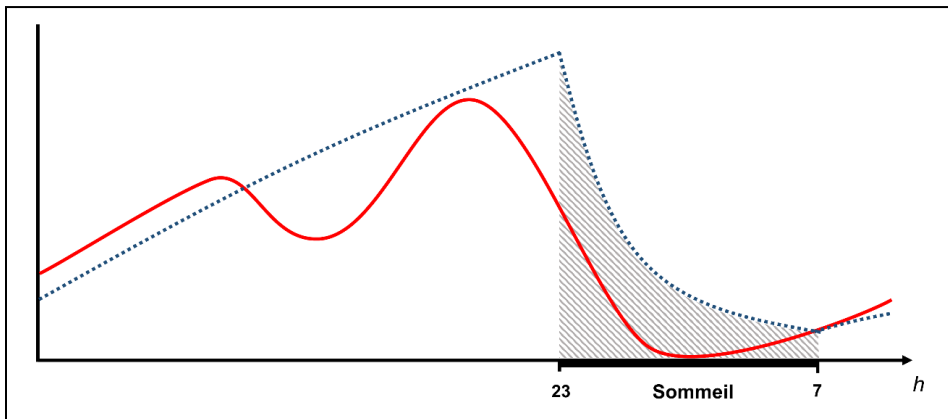


Figure 4. L'action conjointe des processus homéostasique et circadien. Evolution des processus circadien (rouge) et homéostasique (bleu) au décours du temps selon une alternance « normale » du rythme veille-sommeil.

Le processus circadien augmente tout au long de la journée, contrant ainsi la pression du sommeil. Après une brève interruption en milieu de journée (i.e. ANW), le signal circadien poursuit sa phase ascendante et atteint son point culminant en début de soirée (i.e. WMZ). Il entame ensuite sa phase descendante jusqu'au milieu de la nuit (i.e. WOCL) et lève ainsi graduellement l'inhibition exercée sur la pression du sommeil. Ensuite, le signal circadien démarre une nouvelle phase ascendante alors que la pression homéostasique se résorbe sous l'effet du sommeil. Le réveil se produit lorsque le signal circadien est suffisamment puissant pour contrer la pression du sommeil.

Il est courant que le rythme veille-sommeil effectif s'écarte plus ou moins sensiblement de ce scénario idéal. Sous l'impulsion des impératifs sociaux qui ponctuent la vie quotidienne, nous sommes parfois contraints de veiller tard dans la nuit ou de nous imposer un réveil précoce. Chez la plupart des individus, ces écarts sont occasionnels et rapidement absorbés par l'ingénieuse machinerie exposée dans ce chapitre. Mais qu'en est-il des individus travaillant selon des horaires atypiques ? Quelles sont les conséquences des changements de rythme incessants associés au travail posté ?

3. L'existence d'un triple conflit

De nombreuses études montrent que le travail en horaires atypiques place l'organisme en situation de contradiction d'un point de vue circadien, et ce pour trois raisons principales (Chellappa et al., 2019 ; Doghramji, 2018 ; Czeisler et al., 2015 ; Gander et al., 2013 ; Corlett et al., 1988).

Premièrement, le rythme travail-repos est irrégulier et n'est plus centré sur une période de 24 heures. Dans le travail posté en alternance par exemple, les intervalles entre périodes de travail et de repos peuvent être de 24 heures (e.g. matinée/matinée), mais également de 32 heures (e.g. matinée/après -midi) ou de 16 heures (e.g. matinée/nuit). Dans les deux derniers cas, le rythme travail-repos n'obéit plus à une distribution temporelle de type circadienne. La resynchronisation du rythme circadien est d'autant plus difficile que le rythme travail-repos s'écarte d'un cycle de 24 heures. Par ailleurs, l'irrégularité des intervalles travail-repos propres aux changements de pauses complique la mise en place de « routines » qui permettraient de resynchroniser le rythme circadien (e.g. siestes compensatoires). Les difficultés d'ajustement sont

proportionnelles à la fréquence et à la magnitude des changements d'horaires, ainsi qu'à la durée des périodes de travail (Doghramji, 2018). Le sens de la rotation des horaires est également déterminant, les rotations qui reculent le sommeil étant préférables aux changements antihoraires.

Deuxièmement, le travail de nuit impose à l'organisme de se mettre en activité à un moment où il est spontanément au repos. Il y a donc une discordance entre l'état d'activation physiologique et le comportement de l'individu. Dans un premier temps, la discordance est maintenue au prix d'un effort supplémentaire afin de répondre aux exigences de l'activité. Le travailleur opère ainsi à contre-courant du rythme veille-sommeil généré par l'horloge interne. Dans un second temps, une transition vers un nouveau rythme calqué sur les synchroniseurs externes s'opère. En quelques jours, l'oscillateur faible s'adapte aux modificateurs de rythme externe. Les heures de coucher et de lever sont désormais adaptées aux exigences du travail mais les rythmes profonds (e.g. température) demeurent perturbés. L'inertie de l'oscillateur fort entraîne une désynchronisation interne, responsable d'une sensation de somnolence et de difficultés d'endormissement qui perdureront plusieurs jours ou semaines. Comme mentionné précédemment, l'adaptation de l'oscillateur fort sera d'autant plus difficile si le travailleur est âgé ou présente des problèmes psychologiques. Par ailleurs, certaines études suggèrent que le rythme circadien ne s'adapte pas totalement à un horaire de travail asynchrone. Ainsi, il a été démontré chez des pilotes travaillant la nuit que le WOCL ne se déplace que d'environ 3 heures par rapport à sa valeur de base, là où un décalage de 12 heures serait nécessaire pour une adaptation totale (Gander et al., 2013). Dans le cas du travail posté en équipes alternantes, les

changements de pauses fréquents engendrent une désynchronisation interne presque permanente (Corlett et al., 1988).

Troisièmement, les impératifs du travail requièrent une certaine stabilité de la performance délivrée par l'opérateur. Lorsque le travail est diurne et limité dans le temps, cette stabilité est assurée par l'interaction entre les processus homéostasique et circadien. En revanche, toute période de travail s'écartant de la journée « standard » s'expose à une fluctuation plus importante de la performance. Lorsque la période de travail se prolonge dans la nuit, les dernières heures de travail sont associées à une levée progressive de l'action inhibitrice du signal circadien. Sous l'impulsion du processus homéostasique, le sentiment de somnolence s'accroît et atteint son point culminant lorsque le signal circadien est le plus faible (i.e. WOCL). Ces fluctuations se traduisent par des « fenêtres de vulnérabilité » au cours desquelles la performance est dégradée (Chellappa et al., 2019).

Différentes études montrent que l'ajustement du travailleur ne permet pas de résoudre complètement ce triple conflit (Czeisler et al., 2015 ; Folkard, 2008 ; Corlett et al., 1988). Au mieux, l'adaptation est lente, partielle, fragile et variable selon les individus. Un des facteurs entravant l'ajustement réside dans le fait que les horaires atypiques placent trois types de « temps » en discordance : le temps social, professionnel et biologique. Même si la plasticité relative de l'horloge interne permet d'accorder partiellement temps professionnel et biologique, les travailleurs en horaires atypiques sont régulièrement amenés à perturber cet équilibre pour participer aux événements sociaux ou familiaux.

Les médecins urgentistes sont particulièrement exposés aux conséquences de ce triple conflit. Le recours au travail posté pour assurer la continuité des soins expose le personnel soignant à de fréquents changements horaires, décalant parfois l'heure du coucher de 12 heures. A ceci se rajoute la pratique occasionnelle des gardes dormantes, caractérisées par l'alternance de repos réduits et de périodes d'activité soutenue. La fragmentation du sommeil associée aux réveils intempestifs compromet les propriétés réparatrices du sommeil et perturbe l'homéostasie. Par ailleurs, l'allongement des périodes de travail contribue à la constitution d'une dette de sommeil alors que la variabilité des horaires et le travail durant le week-end compliquent la resynchronisation selon un nouveau rythme. Dans une étude menée auprès de 334 médecins urgentistes, Surani et collaborateurs (2015) mettent en évidence que 37% d'entre eux peuvent être qualifiés de « mauvais dormeurs ». Les plaintes rapportées concernent une réduction de la durée du sommeil, des difficultés d'endormissement et une fragmentation du sommeil. Plus récemment, Ferguson et collaborateurs (2018) ont montré que 53% des médecins travaillant de nuit éprouvent des difficultés à s'endormir sur une base régulière. Dans une étude longitudinale menée auprès de 36 médecins urgentistes, Dru et collaborateurs (2007) ont démontré que deux nuits de sommeil ne sont pas suffisantes pour combler la dette de sommeil associée à une garde dormante. Selon les études, il est estimé que 35 à 70% des médecins urgentistes souffrent de somnolence diurne excessive (Alami et al., 2018 ; Belayachi et al., 2013 ; Handel et al., 2006).

Ces constats nous amènent naturellement à nous interroger sur les conséquences du manque de sommeil sur la santé du personnel soignant et la qualité des soins dispensés. Pour répondre à ces questions,

il est nécessaire de décrire les différents mécanismes par lesquels le sommeil influence le fonctionnement de l'organisme.

Résumé

- ❖ Le sommeil est un processus dynamique consistant en l'enchaînement de différents stades selon une séquence déterminée. A ces stades correspondent différentes formes de sommeil remplissant des fonctions qui leur sont propres.
- ❖ L'alternance veille-sommeil est régulée par l'action combinée de deux processus indépendants. Le processus homéostatique exerce une pression sur le sommeil qui, de façon exponentielle, augmente avec la durée d'éveil et diminue durant le sommeil. Le processus circadien est endogène et génère des périodes favorables à l'éveil, indépendamment du processus homéostatique.
- ❖ En médecine d'urgence, l'intensification et la flexibilisation des horaires de travail place l'organisme en situation de contradiction vis-à-vis de ces deux processus. Il est estimé que 35 à 70% des médecins urgentistes souffrent de somnolence diurne excessive.
- ❖ Quel est l'impact du manque de sommeil sur le fonctionnement de l'organisme ?

3

Les conséquences du manque de sommeil

Sommaire

1. Fatigue et somnolence.....	61
2. Les symptômes somatiques	63
3. Les capacités physiques	65
4. Le fonctionnement cognitif	65
4.1. L'attention.....	66
4.2. La mémoire	67
4.3. Les fonctions exécutives	69
5. La régulation émotionnelle.....	72
6. Vers un modèle intégratif	75

Abstract. Le troisième chapitre traite des conséquences du manque de sommeil sur le fonctionnement de l'organisme. Après avoir éclairci l'ambiguïté sémantique propre aux concepts de fatigue et de somnolence, nous procédons à un examen détaillé de la littérature expérimentale traitant des altérations physiologiques, physiques, cognitives et émotionnelles associées au manque de sommeil. Nous intégrons ces différents éléments au sein d'un modèle hiérarchique qui guidera la suite de notre travail. Au terme de ce chapitre, nous constatons la variété des altérations regroupées sous le concept de « fatigue » et dégageons une approche évaluative.

1. Fatigue et somnolence

Le manque de sommeil a des conséquences importantes sur le fonctionnement de l'organisme. Ces effets peuvent être décrits à travers les trois principales fonctions du sommeil (Figure 5). Premièrement, le manque de sommeil a une influence sur la régulation de nombreux processus physiologiques. Sur le long terme, ces changements se traduisent par une augmentation de la prévalence de maladies chroniques (i.e. processus A). Deuxièmement, le manque de sommeil est associé à une altération du fonctionnement cognitif, physique et émotionnel durant l'éveil. Ces perturbations peuvent s'observer sur le court terme ou sur la durée lorsque le manque de sommeil est chronique (i.e. processus B). Troisièmement, le manque de sommeil se traduit par une sensation de somnolence qui perdure durant l'éveil. Il s'agit d'un état transitoire qui précède l'endormissement et qui est associé à une irrésistible envie de dormir (i.e. processus C).

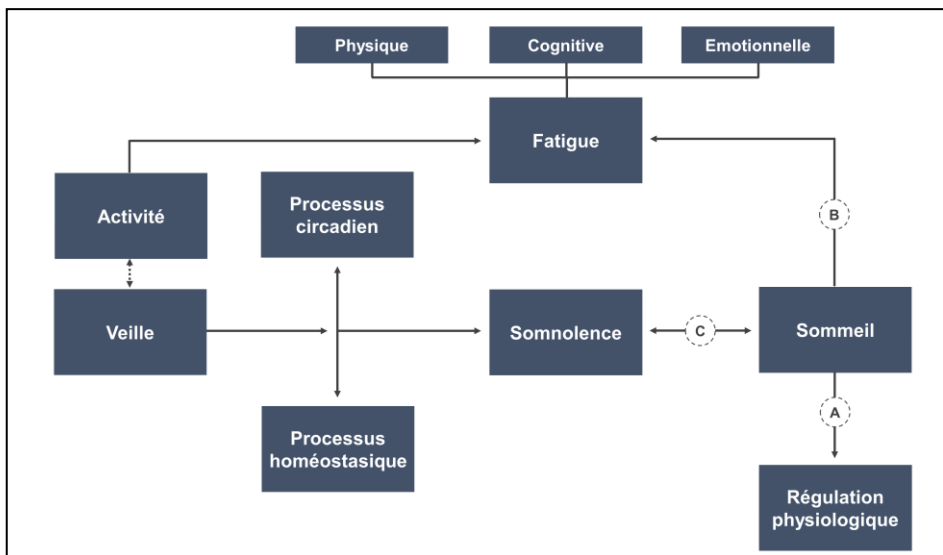


Figure 5. Les trois fonctions du sommeil. Les conséquences du manque de sommeil peuvent être décrites à travers les trois fonctions du sommeil. A : la régulation physiologique. B : la régulation de la performance. C : la régulation de l'éveil.

Ces deux derniers processus mettent en scène deux concepts caractérisés par une certaine ambiguïté sémantique. En effet, la fatigue et la somnolence sont parfois considérées comme des termes interchangeables alors qu'il s'agit en réalité de deux phénomènes distincts (Neu et al., 2010 ; Duntley, 2005 ; Pigeon et al., 2003).

La fatigue est un signe de non récupération musculaire, intellectuelle ou psychologique qui impose la mise au repos. Elle est due à un phénomène d'usure qui s'accumule dans le temps suite à l'accomplissement d'activités physiques ou mentales. Ainsi, la symptomatologie associée à la fatigue peut survenir indépendamment du manque de sommeil. En revanche, une période de sommeil dont la durée est insuffisante se traduira systématiquement par un niveau élevé de fatigue au réveil. La fatigue n'existe pas de façon absolue et directement mesurable, et ne se manifeste qu'à travers ses effets à posteriori sur le fonctionnement physique, cognitif ou émotionnel. Elle peut donc être conceptualisée à la fois sur base de ses causes (i.e. la nature des activités réalisées) et de ses conséquences (i.e. la nature des altérations qui en découlent). On distingue différentes formes de fatigue en fonction de la nature des altérations occasionnées (i.e. physique, cognitive ou émotionnelle) et de leur temporalité (i.e. aiguë ou chronique). Classiquement, la fatigue aiguë est évaluée sur base de tâches psychométriques alors que la fatigue chronique est évaluée à l'aide de questionnaires (Strasser et al., 2009).

La somnolence est le résultat de l'interaction des deux processus contrôlant le cycle veille-sommeil (Borbély, 1982) et n'est donc pas directement liée à l'accomplissement d'une tâche. Il s'agit d'un état intermédiaire entre la veille et le sommeil, notamment caractérisé par une tendance à l'endormissement. La somnolence correspond aux périodes de

veille passive qui précèdent l'entrée en sommeil lent de stade I. Tout comme la fatigue, la somnolence peut survenir de façon aiguë ou s'observer sur la durée. La somnolence aiguë peut être mesurée sur base d'échelles subjectives (e.g. Karolinska Sleepiness Scale) ou de tests objectifs (e.g. Multiple Sleep Latency Test) alors que la somnolence chronique est principalement évaluée à l'aide de questionnaires (e.g. Epworth Sleepiness Scale).

Bien qu'obéissant à des logiques différentes, la fatigue et la somnolence partagent toutefois une partie de leur symptomatologie (e.g. diminution de la capacité d'agir). Par ailleurs, il est communément admis que la fatigue et la somnolence coexistent en situation de manque de sommeil. Comme nous l'avons vu lors du chapitre précédent, la carence en sommeil profond entrave les processus de restauration neuronale et de régénération des tissus, et laisse subsister une fatigue musculaire, intellectuelle ou émotionnelle associée aux activités réalisées la veille. Ainsi, le manque de sommeil se traduit à la fois par une sensation de somnolence qui appelle à l'endormissement et par la persistance d'une fatigue physique, cognitive ou émotionnelle associée aux activités précédemment réalisées.

Après une brève synthèse des symptômes somatiques associés au manque de sommeil chronique (i.e. processus A), la suite du chapitre s'accordera à détailler la nature des altérations associées à la fatigue sous ses aspects physiques, cognitifs et émotionnels (i.e. processus B).

2. La régulation physiologique

Le sommeil intervient dans la majeure partie des processus physiologiques et joue ainsi un rôle essentiel dans le bon fonctionnement de l'organisme. L'étude des conséquences du manque de sommeil a permis

d'identifier les mécanismes par lesquels le sommeil affecte la santé (Medic et al., 2017). Il a été démontré que le manque de sommeil entraîne de nombreux changements physiologiques anormaux, tels qu'une réduction de la tolérance au glucose (Spiegel et al., 1999), une augmentation de la pression sanguine (Tochikubo, 1996), un déséquilibre de la balance leptine/ghréline (Van Cauter & Knutson, 2008) ou une augmentation des marqueurs inflammatoires (Meier-Ewert et al., 2004). Lorsque la restriction du sommeil est ponctuelle, on observe un phénomène de rebond qui permet à l'organisme de revenir rapidement à ses niveaux de base. En revanche, la capacité du corps à compenser ces changements physiologiques est diminuée lorsque le manque de sommeil est chronique (Meerlo, 2008). Bien que la magnitude de ces changements soit modeste, leur expérience combinée et prolongée est associée à une augmentation de la prévalence de pathologies chroniques (Banks & Dinges, 2007). De nombreuses études épidémiologiques ont démontré qu'une durée de sommeil anormale (i.e. < 7 heures ou > 8 heures par jour) est associée à un risque accru de mortalité, toutes causes confondues (Tamakoshi & Ohno, 2004 ; Ayas et al., 2003 ; Kripke et al., 2002). Parmi les troubles les plus répandus, on retrouve l'hypertension artérielle (Nagai et al., 2010), les troubles du métabolisme énergétique (Spiegel et al., 2005) et les troubles digestifs (Hurdziel, 2011). Le manque de sommeil est également impliqué dans des mécanismes psychologiques tels que l'humeur (Rosen et al., 2006), l'anxiété (Gros Lambert et al., 2008) et la perception temporelle (Kuriyama et al., 2005). Dans ses manifestations les plus aiguës, la privation de sommeil entraîne des phénomènes hallucinatoires pouvant impliquer l'ensemble des systèmes sensoriels (Mikulincer et al., 1989).

3. Les capacités physiques

Les études traitant de l'influence du manque de sommeil sur les capacités à l'exercice physique divergent considérablement dans leurs conclusions (Reilly & Edwards, 2007). Les résultats diffèrent selon les populations étudiées et les indices de performance utilisés. Il semblerait que la psychomotricité soit davantage affectée que la force de préhension ou la puissance musculaire (Reilly & Walsh, 1981). Plusieurs méta-analyses montrent une diminution linéaire de la vitesse et de la précision des gestes en fonction de la durée d'éveil (Koslowsky & Babkoff, 1992 ; Reilly & Deykin, 1983). Les capacités motrices fines (e.g. mouvements des doigts ou du poignet) semblent plus sensibles que les capacités motrices globales (e.g. mouvements des bras ou des jambes). D'autres études, au contraire, concluent que les performances physiques sont relativement préservées en situation de manque de sommeil (Lericollais et al., 2013 ; Souissi et al., 2003). La majorité de ces recherches impliquent des athlètes ou des personnes pratiquant assidûment des sports d'endurance. Il a été suggéré que l'absence d'effet observé pourrait être le résultat d'un biais motivationnel, se traduisant par la mobilisation d'efforts supplémentaires afin de surmonter ce qui est considéré comme un « challenge » (Reilly & Edwards, 2007). Dans la population générale, au contraire, il semblerait que le manque de sommeil entraîne une baisse de la motivation et un désengagement vis-à-vis de la tâche (Marcora & Staiano, 2010 ; Alhola & Polo-Kantola, 2007).

4. Le fonctionnement cognitif

Les relations entre sommeil et fonctionnement cognitif ont fait l'objet de nombreuses études. Il est aujourd'hui communément admis que le manque de sommeil a un effet délétère sur un large spectre de processus cognitifs, certains étant plus impactés que d'autres (Lim & Dinges, 2010).

4.1. L'attention

Les processus attentionnels sont les plus sévèrement affectés, et plus particulièrement l'attention soutenue. L'attention soutenue se réfère à la capacité à maintenir son attention sur une tâche de longue durée (De Gangi & Porges, 1990). Elle est typiquement évaluée à l'aide de tâches de temps de réaction requérant l'émission d'une réponse (e.g. actionner un bouton) dès la survenue d'un stimulus visuel ou auditif. Les temps de réaction excédant un certain seuil sont considérés comme des « lapses », à savoir de courtes périodes d'inattention. En situation de manque de sommeil, on observe un ralentissement des temps de réaction et une augmentation du nombre de lapses ou de fausses alarmes (i.e. émission d'une réponse en l'absence de stimulus). L'attention soutenue est une composante centrale du fonctionnement cognitif et joue un rôle dans une multitude d'activités du quotidien. Lire un livre, conduire une voiture ou regarder un film sont autant d'activités qui partagent ce même prérequis fondamental. Les processus attentionnels les plus complexes sont moins sévèrement impactés par le manque de sommeil. Ainsi, la détérioration de la performance est moindre pour les tâches attentionnelles faisant également intervenir des processus cognitifs de plus haut niveau (Lim & Dinges, 2010). C'est le cas des tâches d'attention sélective où le sujet a pour consigne de focaliser son attention uniquement sur une partie de l'information perçue. La sélectivité de l'attention se fait par le biais de processus d'inhibition (Tipper, 1985), de suppression (Johnston & Dark, 1986) ou d'atténuation (Treisman, 1960) qui semblent relativement préservés en situation de manque de sommeil. De même, Roca et collaborateurs (2012) ont démontré que la performance à la tâche est moins sévèrement impactée lorsque le sujet est prévenu de l'imminence du stimulus (i.e. alerte phasique). En résumé, les tâches attentionnelles les

plus « pures » et indépendantes de processus cognitifs de plus haut niveau sont les plus sensibles au manque de sommeil.

4.2. La mémoire

Tout comme l'attention, la mémoire de travail est impliquée dans la plupart des activités mentales. Comme son nom l'indique, elle agit en tant qu'« espace de travail » permettant le stockage temporaire et la manipulation des informations pertinentes en regard de l'activité en cours (Cowan, 2008). La majorité des activités mentales complexes seraient virtuellement impossibles sans la capacité à mémoriser et manipuler l'information en temps réel. La mémoire de travail est subdivisée en deux instances, respectivement responsables du stockage temporaire d'informations verbales (i.e. la boucle phonologique) et visuo-spatiales (i.e. le calepin visuo-spatial). La mémoire de travail est classiquement évaluée à l'aide de tâches d'empan consistant à présenter des listes de chiffres, de symboles ou de mots que le sujet doit restituer après un court laps de temps. L'empan mnésique correspond au nombre d'éléments que le sujet est à même de restituer immédiatement. L'analyse de la performance aux tâches d'empan porte également sur la vitesse de restitution et la fidélité des informations rappelées. Les régions dorsolatérales du cortex préfrontal sont les principales zones cérébrales impliquées dans le fonctionnement de la mémoire de travail (Vandewalle et al., 2009). Les études en neuro-imagerie montrent que ces régions sont significativement altérées en situation de manque de sommeil (Thomas et al., 2000). En conséquence, on observe une diminution de l'empan, de la précision et de la vitesse de restitution. La détérioration de la performance s'observe indépendamment du type d'informations traitées, bien que le calepin visuo-spatial semble plus sévèrement impacté. L'altération du calepin visuo-spatial affecte la capacité à traiter des images, à localiser des

objets dans l'espace ou à résoudre des problèmes nécessitant une analyse spatiale (del Angel et al., 2015). L'altération de la boucle phonologique, quant à elle, se traduit notamment par des difficultés à comprendre un texte ou à résoudre un problème qui requiert une analyse verbale (Lo et al., 2012 ; Jiang et al., 2011).

Les dysfonctionnements de la mémoire de travail sont associés à des difficultés dans l'acquisition de nouvelles connaissances. En effet, la mémoire de travail est une porte d'entrée vers la mémoire à long terme et joue donc un rôle majeur dans l'apprentissage (Rauchs et al., 2011). Comme mentionné précédemment, le sommeil paradoxal est considéré comme une période de formation et de consolidation à long terme des souvenirs (Le Barillier, 2015). La consolidation mnésique est un processus essentiel à l'apprentissage dans la mesure où elle permet la pérennisation de traces mnésiques qui peuvent être mobilisées à souhait sur des périodes de temps très longues. D'autres études suggèrent que ce n'est pas le sommeil paradoxal *per se* qui est bénéfique à la consolidation mnésique mais plutôt certains phénomènes qui lui sont associés, tels que l'activité cholinergique ou l'expression de certains gènes impliqués dans la plasticité synaptique (Rasch et al., 2009). Par ailleurs, la privation de sommeil partielle (i.e. privation de la première ou de la seconde partie de la nuit) a permis de déterminer que le sommeil lent et le sommeil paradoxal jouent un rôle dans la consolidation de différentes formes de mémoire (Diekelmann & Born, 2010 ; Hu et al., 2006). Ainsi, le sommeil lent favorise la consolidation de la mémoire épisodique (i.e. mémoire des événements vécus et de leur contexte) et sémantique (i.e. mémoire des faits et des concepts) alors que le sommeil paradoxal est associé à la consolidation de souvenirs procéduraux (i.e. mémoire des savoir-faire et des habiletés motrices).

4.3. Les fonctions exécutives

Les fonctions exécutives regroupent l'ensemble des processus dits « de haut niveau » permettant l'adaptation à des situations nouvelles ou complexes. Elles sont mobilisées dans les situations pour lesquelles il n'existe pas d'automatismes et dont la résolution nécessite l'élaboration d'un plan d'action. Les fonctions exécutives assurent un rôle de « chef d'orchestre » à travers la coordination des autres fonctions cognitives. Elles regroupent un ensemble varié de processus tels que la déduction logique, le raisonnement divergent, le contrôle cognitif, la prise de décision ou la gestion du risque. Bien qu'il soit généralement admis que le manque de sommeil affecte un large spectre de processus exécutifs, les mécanismes sous-jacents ainsi que la magnitude de ces déficits sont sujets à controverse (Lim & Dinges, 2010 ; Durmer & Dinges, 2005). Un certain nombre d'études ne parviennent pas à reproduire les altérations traditionnellement observées pour certains aspects du fonctionnement exécutif (e.g. Drummond et al., 2005 ; Quigley et al., 2000 ; Binks et al., 1999). En réponse à ces résultats contradictoires, il a été suggéré que certains tests psychométriques sont moins sensibles que d'autres à la privation de sommeil, bien qu'ils évaluent le même processus exécutif (Harrison & Horne, 2000a). Une des limites majeures des tâches utilisées pour évaluer les processus exécutifs réside dans la pluralité des processus cognitifs impliqués (Tucker et al., 2010). Cette problématique, connue sous le nom d'impureté de la tâche, a été largement débattue dans la littérature scientifique et est hypothétisée comme étant l'une des sources de cette hétérogénéité (Burgess, 1997).

En réalité, l'impureté de la tâche n'est que le reflet de la complexité du fonctionnement cognitif. Étudier les processus cognitifs de façon isolée peut être hasardeux dans la mesure où la performance à la tâche est le

produit d'une multitude de processus interconnectés. Dans la suite de l'exposé, nous présentons une synthèse des résultats les plus saillants au regard de notre thématique de recherche, processus par processus. Il est évident que ces mécanismes entretiennent des relations étroites et qu'ils ne peuvent être considérés de façon totalement indépendante.

Comme nous l'avons vu précédemment, les processus d'inhibition impliqués dans les tâches d'attention sélective sont relativement préservés (Sagaspe et al., 2006). En revanche, les tâches nécessitant d'alterner deux ensembles de règles en fonction de facteurs contextuels sont particulièrement sensibles (Couyoumdjian et al., 2010). L'alternance implique un désengagement vis-à-vis du premier ensemble de règles suivi d'une reconfiguration de la tâche en conformité avec le second ensemble de règles, deux processus altérés en situation de manque de sommeil. Plus largement, le manque de sommeil est associé à des difficultés à adapter son comportement aux demandes changeantes de l'environnement. Cet aspect du fonctionnement exécutif est connu sous le concept de contrôle cognitif et représente un des aspects les plus sophistiqués de la cognition humaine. Le contrôle cognitif assure une certaine flexibilité dans la gestion de tâches dont les objectifs sont variés et dynamiques (Van der Linden et al., 2011). Il permet ainsi la révision du processus décisionnel sur base de l'évolution du contexte et des conséquences potentielles de chaque alternative. Les altérations du contrôle cognitif se traduisent par une dégradation de la capacité de rétroaction (i.e. feedback blunting). Le feedback du contexte perd de sa saillance et l'individu s'engage dans des comportements de persévérance (Honn et al., 2018).

La déduction logique est un des principaux aspects du fonctionnement exécutif mis à l'épreuve lors des tests de QI. Elle est classiquement évaluée à l'aide de tâches de déduction de règles au départ

de données abstraites. Ces tâches consistent à comparer deux figures de façon à déduire la règle de transformation qui a permis de passer de l'une à l'autre. La déduction logique est également connue sous le terme de « pensée convergente » dans la mesure où elle est évaluée par des tâches pour lesquelles il n'existe qu'une seule réponse correcte. Elle est mise en opposition à la pensée divergente, utilisée pour produire des idées et envisager de nombreuses solutions potentielles à un problème donné. La pensée divergente est évaluée à l'aide de tâches appelant à la créativité et à l'innovation (e.g. génération de mots nouveaux sur base d'un indice phonologique). Il semblerait que le manque de sommeil n'affecte pas la pensée convergente (Harrison & Horne, 2000a). En revanche, on observe une détérioration de la performance aux tâches de pensée divergente (Vartanian et al., 2014). Plus précisément, la restriction du sommeil est associée à une diminution du nombre de réponses uniques générées (i.e. fluence) ainsi qu'à des difficultés à changer de stratégies de génération (i.e. flexibilité). Ce dernier résultat n'est pas surprenant dans la mesure où le contrôle cognitif occupe une place importante dans l'articulation de différentes stratégies de génération.

En ce qui concerne la prise de décision, il a été démontré qu'une personne en situation de manque de sommeil n'évalue pas une situation de la même façon que lorsqu'elle est pleinement éveillée (Killgore, 2010). Dans un jeu de hasard, les individus fatigués auront davantage tendance à négliger les options consistantes et peu rémunératrices au profit des options à haut risque et retombées élevées (Killgore et al., 2006). De même, ils accorderont moins d'importance aux conséquences à long terme et préféreront les options dont les retombées immédiates sont les plus avantageuses. Par ailleurs, les individus privés de sommeil seront disposés à prendre davantage de risques qu'habituellement si les résultats sont présentés en termes de gains potentiels (McKenna et al., 2007).

Considérés ensemble, ces résultats suggèrent que le manque de sommeil altère la perception du risque en favorisant des attentes irréalistes au niveau des gains et en sous-estimant les conséquences en matière de pertes.

Ces résultats doivent cependant être nuancés dans la mesure où les mécanismes sous-jacents à la prise de décision sont multiples. Contrairement aux processus d'ordre inférieur, la prise de décision ne repose pas essentiellement sur des mécanismes purement rationnels. Elle peut être biaisée par des facteurs émotionnels qui, dans certain cas, favorisent des décisions précipitées et irrationnelles. Il a été démontré que le manque de sommeil a un impact considérable sur l'intégration de l'information affective au processus de prise de décision (Killgore et al., 2007).

5. La régulation émotionnelle

La question de l'influence du manque de sommeil sur la régulation des émotions a été relativement peu considérée dans la littérature scientifique (Delannoy, 2016). La vaste majorité des recherches menées en situation de manque de sommeil ont privilégié l'étude des performances cognitives. Cela est pour le moins surprenant dans la mesure où la plupart des pathologies comportant des troubles de l'humeur présentent simultanément des perturbations du sommeil (Walker et al., 2009). Réciproquement, les individus rapportant des troubles du sommeil font régulièrement état de perturbations de l'humeur (Desseilles et al., 2012). Ces résultats suggèrent ainsi un lien étroit entre sommeil et régulation des émotions. D'après la méta-analyse de Pilcher & Huffcutt (1996), la régulation des émotions est plus affectée par le manque de sommeil que ne le sont les capacités physiques ou le fonctionnement cognitif.

Ces dernières années, l'étude des états affectifs a bénéficié d'un regain d'intérêt sous l'impulsion du développement des techniques de neuro-imagerie. Il a été démontré que le cortex préfrontal, affecté par le manque de sommeil, joue un rôle important dans le traitement des émotions (Spielberg et al., 2008). Les zones ventrales et médiales sont impliquées dans l'intégration des informations émotionnelles aux processus de raisonnement et de prise de décision. Les zones médiales, quant à elles, entretiennent des connexions inhibitrices avec les zones corticales impliquées dans le traitement primitif des émotions, tel que le complexe amygdalien (Walker, 2009). Il est maintenant clairement reconnu que les troubles émotionnels associés au manque de sommeil ont des répercussions importantes sur de nombreux processus cognitifs (Walker, 2009 ; Phelps, 2006). Dès lors, le fonctionnement cognitif ne peut être étudié indépendamment des processus affectifs.

Un sommeil non-réparateur est associé à une dégradation globale de l'humeur se traduisant notamment par un caractère irascible, une intolérance à la frustration et une certaine labilité émotionnelle (Killgore, 2010). On observe une diminution du « contrôle émotionnel », à savoir la capacité à contrôler ou contenir ses réactions émotionnelles. Par exemple, Tempesta et collaborateurs (2010) ont mis en évidence une tendance à blâmer autrui et à refuser le compromis lors de la confrontation à une situation sociale frustrante. Pakyurek et collaborateurs (2002) montrent que les troubles du sommeil peuvent précipiter des comportements impulsifs et agressifs. Horne (1993) rapporte également des comportements empreints d'impatience, de puérilité et d'indifférence vis-à-vis des normes sociales.

Le manque de sommeil a également une influence sur la valence émotionnelle attribuée à un stimulus (Fairholme & Manber, 2014). Plus

précisément, on observe un « biais de négativité » se traduisant par une tendance à évaluer négativement un stimulus de valence émotionnelle neutre. De même, les patients souffrant d'insomnie sont plus sensibles au stress et à l'expérience d'émotions négatives (Waters et al., 1993). Une durée de sommeil inférieure à cinq heures par nuit est associée à une augmentation du niveau d'anxiété (Friedman et al., 1999), à la survenue d'idées suicidaires et de tentatives de suicide (Goodwin & Marusic, 2008). La restriction du sommeil est également liée à une certaine imperméabilité à l'humeur qui trouve son origine dans une dégradation de la capacité à intégrer les informations contextuelles aux processus cognitifs de haut niveau (Killgore et al., 2006).

Le sommeil a également un impact sur la sélection des stratégies de coping et sur les aptitudes associées à l'intelligence émotionnelle (Killgore et al., 2007). Il a été démontré que les individus présentant des troubles du sommeil sont plus enclins à s'engager dans des stratégies contre-productives de superstition ou de « pensée magique » (e.g. pensée qui s'attribue la puissance de provoquer la solution de problèmes sans intervention matérielle) au détriment des stratégies de coping axées sur la résolution du problème (Killgore et al., 2008). On observe également une diminution de l'estime de soi, de l'empathie et de la compréhension des dynamiques interpersonnelles (Harrison & Horne, 2000b). Les processus de prise de décision nécessitant le traitement d'informations inattendues et à forte tonalité émotionnelle seraient particulièrement sensibles au manque de sommeil (Killgore et al., 2006). Au contraire, la prise de décision au départ de règles ou de tâches logiques serait relativement préservée.

Enfin, le manque de sommeil est associé à de nombreux troubles psychopathologiques. On observe une augmentation des scores obtenus

aux échelles cliniques évaluant la dépression, l'anxiété, la paranoïa et les troubles psychosomatiques (Kahn-Greene et al., 2007). Les symptômes les plus rapportés incluent une dévalorisation de soi, le sentiment d'être inutile, impuissant et incapable d'assumer ses responsabilités. Les individus souffrant de troubles du sommeil font également état d'une diminution globale du bien-être et du niveau de satisfaction personnelle (Bickel & Girardin-Keciour, 2004).

6. Vers un modèle intégratif

Au terme de ce chapitre, il apparaît que le manque de sommeil a un effet délétère sur de nombreux aspects du fonctionnement de l'organisme. Ces effets s'observent à la fois sur le long terme à travers une augmentation de la prévalence de maladies chroniques et, sur le court terme, par une diminution des performances physiques et cognitives. Sur ce dernier point, la recherche expérimentale se heurte toutefois à un obstacle qui complique considérablement l'interprétation des résultats. En effet, isoler les processus précisément affectés par le manque de sommeil s'avère être une démarche hasardeuse face à l'hétérogénéité des processus sollicités lors de la complétion des tâches expérimentales. En conséquence, l'impureté des tâches employées est à l'origine de divergences empiriques en ce qui concerne la nature et la magnitude des altérations associées au manque de sommeil. Par ailleurs, les aspects motivationnels et émotionnels sont rarement pris en considération alors qu'ils jouent un rôle considérable dans la régulation et le maintien de la performance à la tâche. Dans ce contexte, trois modèles explicatifs ont été proposés pour rendre compte de la pluralité des altérations et de l'inconsistance de certains résultats.

L'hypothèse de l'attention contrôlée souligne l'importance des caractéristiques de la tâche (Pilcher et al., 2007). Elle repose sur

l'observation que les tâches monotones ou intrinsèquement peu stimulantes semblent plus sensibles au manque de sommeil. Selon ces auteurs, ces tâches requièrent un contrôle attentionnel plus important que les tâches intrinsèquement stimulantes. Ainsi, la variabilité des déficits cognitifs associés à la fatigue serait principalement due à la nature des tâches administrées plutôt qu'aux processus cognitifs proprement dits. Cette hypothèse permet notamment de rendre compte des résultats contradictoires observés dans la régulation de la performance physique chez les athlètes de haut niveau.

L'hypothèse neuropsychologique part du constat que les tâches sensibles au manque de sommeil impliquent principalement le cortex préfrontal (Jones & Harrison, 2001). Selon cette théorie, la restriction du sommeil entraînerait des lésions fonctionnelles réversibles au niveau du cortex préfrontal. En conséquence, les altérations cognitives associées au manque de sommeil ne seraient détectables qu'à partir de tests faisant intervenir cette région corticale. Cette hypothèse permet de rendre compte du rôle déterminant des émotions dans la régulation des performances cognitives, ces deux aspects étant liés à l'activité du cortex préfrontal.

D'autres études ont isolé l'attention soutenue comme facteur général sous-jacent à l'ensemble des altérations associées au manque de sommeil. Selon cette théorie, la variabilité des déficits observés serait liée à l'implication relative de l'attention soutenue dans l'ensemble des autres processus cognitifs (Sturm & Willmes, 2001 ; Sturm et al., 1999). L'attention soutenue est un aspect fondamental du fonctionnement cognitif et est, à ce titre, impliquée dans la régulation de nombreux processus cognitifs d'ordre supérieur. Ces processus seront nécessairement impactés si l'individu n'est pas en capacité de maintenir

son attention durant l'exécution de la tâche. Ainsi, les études mettant en évidence un effet du manque de sommeil sur les fonctions exécutives ne rapporteraient en réalité qu'une détérioration de l'attention soutenue qui, de par son implication dans les tâches exécutives, se répercute sur la performance. Cette hypothèse bénéficie d'un soutien important de la littérature scientifique. Par exemple, Tucker et collaborateurs (2010) ont récemment démontré que la restriction du sommeil impacte sélectivement les temps de réaction lors des tâches exécutives, alors que la précision des réponses est préservée. Ensuite, cette théorie permet d'expliquer pourquoi l'attention soutenue est l'aspect du fonctionnement cognitif dont les déficits sont les plus systématiques et importants. De même, l'hypothèse d'un facteur général est cohérente avec la littérature démontrant que les tests de temps de réaction sont de puissants prédicteurs de la performance en situations réelles (Lim & Dinges, 2008 ;

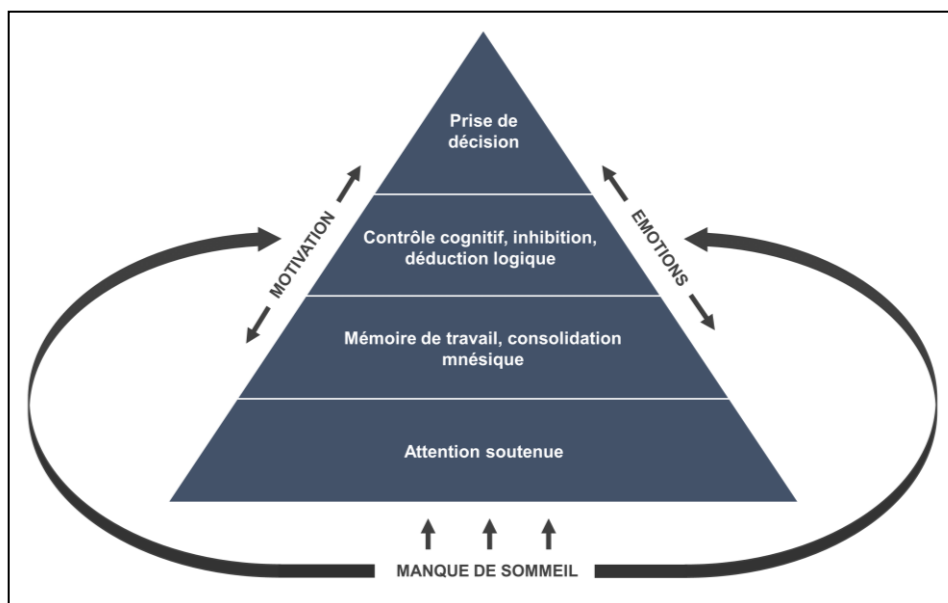


Figure 6. Modélisation des altérations associées au manque de sommeil. Représentation hiérarchique des altérations associées au manque de sommeil (Adapté de Dams-O'Connor & Gordon, 2013).

Dinges et al., 1997). Enfin, cette modélisation est compatible avec les postulats de l'hypothèse neuropsychologique et de l'attention contrôlée. Boonstra et collaborateurs (2007) suggèrent que les lésions réversibles du cortex préfrontal sont responsables de la baisse de performance aux tâches d'attention soutenue, et que ces mêmes tâches sont intrinsèquement peu stimulantes. Ainsi, quelle que soit l'hypothèse considérée, les processus attentionnels se trouvent à la confluence des altérations associées au manque de sommeil (Figure 6).

Pour ces différentes raisons, les tâches d'attention soutenue sont considérées comme une voie d'accès privilégiée pour quantifier les altérations associées au manque de sommeil. Les tâches de temps de réaction sont utilisées pour dériver une mesure objective de la fatigue aiguë, représentative de l'ensemble des altérations des processus de plus haut niveau. Le « Psychomotor Vigilance Task » (PVT) est considéré comme une référence en la matière (Tucker et al., 2009). Dans sa version originale, le PVT est une tâche de temps de réaction d'une durée de 10 minutes où le sujet a pour consigne d'actionner un bouton dès l'apparition d'un stimulus visuel. Les stimuli apparaissent selon un intervalle aléatoire variant de deux à dix secondes. Le nombre de laps (i.e. temps de réaction supérieur à 500 millisecondes), de fausses alarmes (i.e. émission d'une réponse en l'absence de stimulus) et le temps de réaction moyen (i.e. « mean RT ») sont considérés comme les indicateurs les plus fiables des altérations associées à la privation totale de sommeil (Basner & Dinges, 2011). En revanche, pour le manque de sommeil, les variables retenues sont le 10^{ème} percentile des temps de réaction les plus rapides (i.e. « fastest 10% RT »), le 10^{ème} percentile des temps de réaction les plus lents (i.e.

« slowest 10% RT ») et, à nouveau, le temps de réaction moyen.

Résumé

- ❖ Les conséquences du manque de sommeil peuvent être décrites à travers les trois fonctions du sommeil : la régulation physiologique, le maintien de la performance et la diminution de la sensation de somnolence.
- ❖ La fatigue est un signe de non récupération suite à l'accomplissement d'activités physiques ou mentales en l'absence de période de repos. La fatigue est mesurée à travers ses effets à posteriori sur le fonctionnement physique, cognitif et émotionnel.
- ❖ La somnolence est un état intermédiaire entre la veille et le sommeil résultant de l'interaction des deux processus contrôlant le cycle veille-sommeil, état caractérisé par une tendance à l'endormissement.
- ❖ La fatigue et la somnolence coexistent en situation de manque de sommeil et en constituent les dimensions objectives et subjectives.
- ❖ La littérature expérimentale montre que les processus attentionnels sont à la confluence des altérations associées au manque de sommeil. En conséquence, les tâches de temps de réaction sont utilisées pour dériver une mesure objective de la « fatigue », représentative de l'ensemble des altérations des processus de plus haut niveau. Le « Psychomotor Vigilance Task » (PVT) est considéré comme une référence en la matière.
- ❖ Dans quelle mesure l'altération du fonctionnement de l'organisme en situation de manque de sommeil se traduit-elle par une détérioration de la performance au travail en médecine d'urgence ?

4

Le département des urgences – un système résilient ?

Sommaire

1. Les limites de la recherche expérimentale	83
2. Vers une approche plus écologique.....	85
2.1. La performance cognitive.....	85
2.2. L'apport de la simulation.....	87
2.3. L'observation in-situ.....	91
2.4. Les données auto-rapportées.....	92
2.5. Les indicateurs liés à la sécurité du patient	93
2.6. Les études interventionnelles.....	95
2.7. Synthèse de la littérature	97
3. La résilience comme modèle explicatif	100
3.1. Un concept multiforme	101
3.2. La perspective écosystémique.....	103

Abstract. Au cours du quatrième chapitre, nous présentons les différents éléments empiriques permettant d'apprécier l'impact de la fatigue sur la performance médicale. Ensuite, nous proposons une synthèse des implications théoriques soulevées par l'étude de la fatigue en contexte médical. Cette revue de la littérature sera discutée au regard du concept de résilience et servira de base à la proposition d'un modèle hypothétique de la gestion informelle du risque associé à la fatigue.

1. Les limites de la recherche expérimentale

Comme en témoigne le précédent chapitre, la recherche expérimentale a permis de caractériser les effets du manque de sommeil sur le fonctionnement physique, cognitif et émotionnel. Ces trois types d'altérations renvoient à différentes formes de fatigue dont l'accumulation se traduit par une dégradation progressive de la performance à la tâche. Les protocoles expérimentaux présentent l'avantage d'un contrôle important sur les paramètres de l'étude et permettent ainsi de neutraliser les éventuelles variables confondantes. De cette façon, il est relativement aisé d'isoler l'effet du sommeil sur la variable d'intérêt et de s'assurer que la manipulation est seule responsable de cet effet. En revanche, la spécificité des tâches utilisées et du contexte de l'évaluation et peuvent rendre difficile la généralisation des résultats. Les études expérimentales placent l'individu dans des conditions artificielles, parfois très éloignées du contexte dans lequel s'exerce la performance dans la vie réelle. De telles conditions sont susceptibles de produire des comportements stéréotypés ou au contraire d'inhiber certaines réponses. Par ailleurs, la performance est mesurée sur base de tâches psychométriques qui ont été conçues pour évaluer des aspects très spécifiques du fonctionnement cognitif. Bien que ces études nous renseignent sur la nature des déficits associés à la fatigue, il serait hasardeux d'extrapoler ces résultats à la réalité du monde du travail.

En contexte professionnel, la performance est la contribution du travailleur à l'efficacité organisationnelle ou, plus simplement, ce qu'apporte le travailleur à l'organisation (Deschaintre, 2017). La performance au travail ne peut être réduite à l'exécution d'une tâche ou à un aspect du fonctionnement cognitif. Elle est le résultat de la mobilisation d'une multitude de processus cognitifs qui convergent vers

la réalisation d'objectifs variés et dynamiques. Les tâches ne sont pas indépendantes les unes des autres mais s'inscrivent dans un réseau interconnecté impliquant de nombreux acteurs. La performance est ainsi tributaire du travail réalisé en amont et détermine en partie l'accomplissement des tâches situées en aval. Cela est particulièrement le cas pour les systèmes sociotechniques complexes où la coordination des acteurs joue un rôle crucial dans l'atteinte des objectifs de performance (Wunderlich & Kohler, 2001). En outre, l'environnement de travail est conçu de façon à faciliter l'atteinte des objectifs de performance (Temkin-Greener et al., 2010). Avec l'expérience, l'opérateur se familiarise avec son environnement et s'approprie les artefacts qui lui permettront de réguler ou d'optimiser sa performance. Réciproquement, l'environnement de travail évolue sans cesse pour répondre aux besoins de production et aux contraintes de l'activité. Ainsi, l'évaluation de la performance au travail dépasse l'exécution de tâches isolées dans un environnement figé, et porte plus largement sur la capacité de l'opérateur à atteindre des objectifs variés et dynamiques dans un contexte qui est proie au changement.

C'est dans ce sens que l'environnement dans lequel s'exerce la performance au travail s'éloigne bien souvent des conditions artificielles propres aux recherches de laboratoire. Les tâches expérimentales sont dépossédées d'éléments contextuels et portent sur des aspects si spécifiques de la performance qu'elles en deviennent hors de propos. Par ailleurs, conformément à l'hypothèse de l'attention contrôlée (Dams-O'Connor & Gordon, 2013 ; Pilcher et al., 2007), les enjeux inhérents à l'activité professionnelle peuvent être de puissants vecteurs de performance. Les déterminants motivationnels impliqués sont susceptibles de différer des tâches de laboratoire, intrinsèquement peu stimulantes et sans enjeux réels. Enfin, la recherche expérimentale porte la plupart du temps sur une population « tout-venant » dont la familiarité

avec les tâches ou le contexte de la recherche peut varier considérablement. En revanche, l'activité professionnelle est naturellement associée à une certaine forme d'expertise, aussi bien du point de vue des tâches réalisées que de l'environnement dans lequel elles s'exercent. Contrairement au contexte de laboratoire, l'environnement de travail n'est pas une boîte noire exempte de toute influence extérieure. La fatigue n'est qu'un des déterminants de la performance au travail et doit être considérée à la lumière des variables individuelles et contextuelles susceptibles de modérer son effet. Pour ces différentes raisons, il convient de différencier la performance telle qu'elle est évaluée au travers des tests psychométriques, et la performance telle qu'elle s'exerce en situation naturelle de travail.

2. Vers une approche plus écologique

Ces trente dernières années, de nombreuses études ont examiné l'impact de la fatigue sur le travail des médecins spécialistes. La littérature sur la question est très diversifiée, aussi bien du point de vue des populations étudiées que des méthodes employées et des indicateurs utilisés. La présente section a pour objectif de présenter ces différentes approches ainsi que leurs résultats, et de proposer une synthèse de leurs forces et limites au regard de notre thématique de recherche.

2.1. La performance cognitive

Les recherches de terrain sont particulièrement compliquées à mener en contexte médical (Howard, 2005). Premièrement, le nombre de médecins exerçant au sein d'un même hôpital est un facteur limitant pour les études monocentriques. La faible taille de l'échantillon pose des problèmes de puissance statistique qui compliquent l'interprétation des résultats. Une solution consiste à étendre le protocole de recherche à

plusieurs centres hospitaliers. Les études multicentriques améliorent la validité externe mais peuvent s'avérer difficiles à mettre en œuvre. Par ailleurs, un effet « centre » n'est pas à exclure dans la mesure où la nature de l'activité peut varier sensiblement d'un hôpital à l'autre. La recherche in situ s'expose également aux contraintes posées par l'environnement de travail. Le milieu médical, et particulièrement le service des urgences, est caractérisé par une fluctuation importante de la charge de travail. Il est donc nécessaire de concilier les exigences de contrôle et de standardisation du protocole avec les impératifs de l'activité. Bien souvent, cette conciliation se fait au prix de l'exclusion d'un grand nombre d'observations jugées non conformes aux standards de la recherche. De plus, il est difficile d'évaluer la performance clinique en temps réel sans perturber l'activité des médecins. Pour des raisons éthiques, l'éventail des outils et méthodes à disposition du chercheur est considérablement réduit. En conséquence, la plupart des études en milieu médical reposent sur l'administration de tests psychométriques en dehors des heures de travail, typiquement au début et à la fin de chaque période d'activité. Sans surprise, les résultats sont conformes à la littérature expérimentale traitant des effets de la restriction du sommeil dans la population générale (Philibert, 2005). Après une nuit de garde, on observe une détérioration prononcée de la performance aux tâches d'attention soutenue et, dans une moindre mesure, aux tests évaluant la mémoire et les fonctions exécutives (voir Stellman, 2000 pour une revue complète). Ces études ne font que confirmer la nature des altérations associées à la fatigue et ne permettent pas de déterminer dans quelle mesure ces altérations impactent la qualité des soins dispensés.

2.2. L'apport de la simulation

Le recours aux simulateurs permet de contourner une partie des contraintes méthodologiques liées aux études de terrain tout en proposant une évaluation plus directe de la performance au travail. La simulation médicale confronte le médecin à une situation fictive dans des conditions relativement proches de la réalité du terrain. Cette approche, à mi-chemin entre la recherche expérimentale et la recherche in situ, permet d'évaluer la performance médicale dans des conditions contrôlées et sans risques associés pour le patient. La standardisation du protocole permet d'étendre le recrutement des participants à plusieurs centres hospitaliers sans encourir un éventuel biais contextuel. Les prototypes de simulateurs étant assez rudimentaires, les premières études se sont focalisées sur la reproduction d'actes techniques isolés. Ainsi, il a été démontré que la pose de cathéters (Storer et al., 1989) et les techniques de suture (Reznick & Folse, 1987) ne sont pas affectées par le manque de sommeil. Plus récemment, Uchal (2005) et Amirian (2014) ont examiné l'effet de la restriction du sommeil sur la performance chirurgicale à l'aide d'un simulateur de laparoscopie et n'ont pas relevé de différence significative. De même, Howard (2003) ne montre pas de diminution de la performance en laparoscopie après une nuit sans sommeil alors que les scores obtenus à une tâche d'attention sont dégradés. D'autres études montrent au contraire une dégradation de la précision et une augmentation du temps d'exécution de procédures simples lorsqu'elles sont exécutées à la suite d'une garde dormante (Grantcharov et al., 2001 ; Taffinder et al., 1998). Smith-Coggins et collaborateurs (1997) mettent en évidence une dégradation de la performance lors d'une simulation d'intubation endotrachéale : la procédure est exécutée plus rapidement et avec moins de précision. Enfin, Denisco et collaborateurs (1987)

observent un ralentissement des temps de réaction lors d'une tâche de monitoring de paramètres vitaux chez les anesthésistes.

Les principales critiques faites aux premiers simulateurs portent sur le caractère abstrait des procédures simulées. Les tâches sont considérées comme « simplistes » et en décalage par rapport à la réalité du terrain (Boet et al., 2013). Par ailleurs, ce type de protocole se heurte aux mêmes écueils que ceux de la recherche expérimentale dans la mesure où la performance médicale ne peut se réduire à l'exécution d'actes techniques isolés. L'étude de la performance en contexte hospitalier doit porter sur l'ensemble des dimensions significatives du travail et notamment sur les aspects diagnostiques qui précèdent l'exécution d'actes techniques. C'est d'autant plus fondamental en ce qui concerne la médecine d'urgence où la variété des situations rencontrées mobilise un large spectre de compétences. L'avènement de la simulation dite « haute-fidélité » a permis de répondre à une partie de ces critiques. L'objectif de cette approche est de placer le participant dans une situation simulée aussi proche que possible de la réalité qu'elle représente. De cette façon, la performance observée en situation simulée est supposée être un bon prédicteur de la performance en situation réelle. Le haut degré de réalisme repose sur l'utilisation de technologies informatiques de pointe permettant le pilotage à distance d'un mannequin électroniquement compétent. L'environnement simulé est généralement composé d'équipements cliniques réels pour favoriser l'immersion du participant. Au-delà de l'évaluation d'actes techniques isolés, la simulation haute-fidélité permet de créer des scénarios complexes faisant intervenir une grande variété de compétences techniques et non techniques. Malgré ces récentes avancées, peu d'études se sont consacrées à l'évaluation des processus décisionnels impliqués dans la gestion de situations médicales

complexes (Shoemaker et al., 2009 ; Harrisson & Horne, 2000). Sharpe et collaborateurs (2010) ont évalué la performance de médecins urgentistes lors de la résolution de deux scénarios de complexité variable. Le scénario complexe met en scène la prise en charge d'un patient dans un état nécessitant une admission aux soins intensifs. Le cas clinique est conçu pour évaluer la prise de décision au départ d'informations multiples (e.g. examen du patient, dossier médical, résultats de laboratoire) dans une situation d'urgence (i.e. réanimation). Le scénario simple implique la prise en charge d'une dysrythmie cardiaque selon un protocole standard (i.e. l'algorithme ACLS, « Advanced Cardiac Life Support »). Les participants doivent vérifier le pouls, reconnaître le rythme cardiaque (e.g. asystolie, bradycardie, tachycardie ventriculaire) et administrer le traitement (e.g. défibrillation, cardioversion synchronisée et épinéphrine). Les auteurs montrent un effet de la complexité du scénario sur le déclin de la performance après une nuit sans sommeil. Les participants commettent davantage d'erreurs lors de la résolution du cas clinique complexe alors que la performance est préservée pour le scénario simple. Plus récemment, Edgerley et collaborateurs (2018) ont réalisé une étude rétrospective afin de déterminer si la performance à un scénario de réanimation est influencée par l'horaire de travail des trois derniers jours. La performance est évaluée à travers quatre dimensions : l'évaluation primaire, les actions diagnostiques, les actions thérapeutiques et la communication. Les auteurs montrent que le travail de nuit dans les trois jours qui précèdent l'évaluation est associé à des scores plus faibles en communication alors que les autres aspects de la performance ne sont pas impactés. Chez les anesthésistes, on observe également une dégradation des compétences non techniques lors de la gestion d'une situation de crise après une nuit de privation de sommeil. De la même manière, cet effet se marque particulièrement sur les aspects relatifs à la communication et au

travail d'équipe (Arzalier-Daret et al., 2018 ; Neuschwander et al., 2017). Enfin, Howard et collaborateurs (2003) montrent que les compétences techniques ne sont pas impactées après une nuit sans sommeil. Considérés ensemble, ces résultats soulignent l'effet différentiel de la restriction du sommeil sur la performance technique et non technique. Cette distinction est d'autant plus importante que la majorité des incidents survenant en médecine trouvent leur origine dans les aspects non techniques du travail.

Quel que soit le degré de réalisme du simulateur, les résultats obtenus peuvent être remis en question du point de vue de leur validité écologique. Selon ses détracteurs, l'exercice sur simulateur est susceptible d'encourager les médecins à prendre certains « raccourcis » (O'Leary, 2015). Par ailleurs, le contexte de la recherche ou les limitations techniques du matériel peuvent aiguiller les participants dans leur diagnostic et les amener à écarter à priori certaines hypothèses (Krishnan et al., 2017). Cet effet se marque parfois par un biais de désirabilité sociale : les comportements observés reflètent l'effort du participant à se présenter sous un jour favorable ou à se conformer à ce que l'évaluateur attend de lui (Peabody et al., 2000). Il a également été démontré que la simulation est susceptible d'induire des dynamiques propres au contexte de l'évaluation. Deux changements attitudeux peuvent survenir : une hyper vigilance due à l'anticipation d'un évènement significatif ou, au contraire, une attitude désinvolte en raison de l'absence d'enjeux réels (Datta et al., 2012). Enfin, l'environnement simulé prive le médecin de ses points de repère habituels et le place parfois dans des situations artificielles susceptibles de produire des réponses stéréotypées. En conséquence, il est possible que les comportements observés lors des séances de simulation ne soient pas représentatifs de la réalité du terrain. La simulation haute-fidélité n'en demeure pas moins un outil didactique

de premier choix dont le débriefing s'avère être un puissant vecteur d'apprentissage (Dreifuerst, 2009 ; Nyssen et al., 2002). Par ailleurs, la simulation a stimulé le développement de référentiels de compétences tenant compte de l'aspect multifactoriel de la performance médicale (Flin et al., 2010).

2.3. L'observation in-situ

Les études reposant sur l'observation de la performance en situation de travail mettent en évidence une dégradation du travail d'équipe (Friesen et al., 2008) et de la communication avec le patient (Passalacqua & Segri, 2012). Plus précisément, le manque de sommeil est associé à une diminution de l'empathie et une augmentation des conflits entre collègues (Eddy, 2005). Ces facteurs favorisent l'occurrence d'évènements médicaux indésirables (Sutcliffe et al., 2004), notamment lors des procédures de réanimation (Prince et al., 2014). Selon Singh et collaborateurs (2007), le travail d'équipe est un facteur contributif dans 70% des incidents avec préjudice aux patients. Concernant les compétences techniques, très peu d'études ont été réalisées en médecine d'urgence en raison de difficultés à définir des métriques observables de façon directe et systématique (Westbrook et al., 2018). Une étude montre que le respect du protocole, le nombre de tentatives et la durée d'une intubation endotrachéale ne diffèrent pas lorsqu'elle est effectuée de nuit (Silbergleit et al., 2006). En chirurgie, Gates et collaborateurs (2018) recensent quatre études aux propriétés méthodologiques et psychométriques fiables et concluent à l'absence d'effet significatif.

Les principaux inconvénients de l'observation ont trait aux difficultés de standardisation et d'implémentation du protocole de recherche. En effet, cette approche s'expose aux considérations éthiques

ou déontologiques, notamment en matière de secret médical. La prise en compte de ces impératifs complexifie la récolte de données et nécessite des ajustements méthodologiques susceptibles de compromettre la rigueur de l'étude. L'observation ne révèle que ce qui est directement visible et ne permet pas toujours de saisir la complexité des processus décisionnels à l'œuvre dans la régulation de la performance. D'autre part, il est difficile de refléter la richesse des observations au travers de traitements statistiques, ce qui limite la portée inférentielle de ce type d'étude. Enfin, la présence de l'observateur est susceptible de renforcer ou d'inhiber certains comportements, compromettant ainsi la validité écologique des résultats.

2.4. Les données auto-rapportées

Selon Barger et collaborateurs (2006), les médecins urgentistes rapportent davantage d'erreurs et d'incidents lorsqu'ils sont de garde. De même, les praticiens dont le sommeil est inférieur à 5 heures par nuit sont plus enclins à signaler des conflits entre collègues, des erreurs médicales ou de graves incidents (Baldwin et Daugherty, 2004). En anesthésie, Gander et collaborateurs (2000) montrent que le travail de nuit est associé à une augmentation des erreurs auto-rapportées. Plusieurs études indiquent que la fatigue est inversement proportionnelle à la compétence perçue (Smith et al., 2017) ou à qualité perçue du travail (Heponiemi et al., 2014 ; Shanafelt et al., 2014). Dans son enquête transversale, Sexton (2000) révèle au contraire que 47% des anesthésistes et 70% des chirurgiens considèrent que la fatigue n'a pas d'influence sur la qualité de leur travail. De même, une large étude portant sur 7905 chirurgiens indique que seulement 6,9% d'entre eux considèrent la fatigue comme le principal facteur contribuant aux erreurs médicales (Shanafelt et al., 2010). Howard et collaborateurs (2002) ont examiné 5600 rapports

d'incidents critiques et concluent que la fatigue n'est rapportée comme un facteur contributif que dans seulement 3% des cas.

La majorité des études citées reposent sur une auto-évaluation globale de l'efficacité au travail et ne permettent pas d'identifier les aspects de la performance qui sont les plus vulnérables. Les données issues de questionnaires sont également sensibles au biais de désirabilité sociale. La littérature montre que les médecins sont réticents à l'idée de reconnaître des difficultés associées à la fatigue (O'Reilly, 2012). Enfin, les études transversales de type sondage peuvent manquer de sensibilité dans la mesure où elles reposent sur une évaluation unique et intemporelle de la fatigue ou de la performance. Quoiqu'il en soit, les données auto-rapportées sont aisément accessibles et les questionnaires offrent la possibilité d'une évaluation continue et multifactorielle de la performance médicale. Moyennant certaines précautions en matière de confidentialité, il est possible de limiter le biais de désirabilité sociale et, ce faisant, de renforcer la validité écologique des résultats (Rosenstein, 2011 ; Ong & Weiss, 2000).

2.5. Les indicateurs liés à la sécurité du patient

A nouveau, la majorité des études traitant de l'impact de la fatigue sur la santé du patient ont été réalisées en chirurgie. Une étude rétrospective portant sur 6371 actes chirurgicaux ne montre pas d'augmentation significative du taux de complications lorsque les médecins opèrent au terme d'une garde de 24 heures (Haynes et al., 1995). Plus récemment, Schieman et collaborateurs (2008) ont évalué l'impact de la fatigue sur le taux de complications et de récurrences associées à la chirurgie du cancer du côlon et ne notent pas de différences significatives. De même, les taux de morbidité et de mortalité liés aux interventions

chirurgicales réalisées de nuit ne diffèrent pas de celles pratiquées durant la journée (Yaghoubian et al., 2010 ; Ellman et al., 2005). Gates et collaborateurs (2018) présentent une analyse statistique intégrée des résultats de cinq études portant sur 60201 interventions chirurgicales et concluent également à une absence d'effet sur le taux de complication ou de mortalité. Une étude fait état d'une augmentation de la durée du séjour à l'hôpital chez les patients pris en charge par des médecins fatigués (Chu et al., 2011) alors que d'autres ne montrent pas d'effet significatif (Govindarajan et al., 2015 ; Scheiman et al., 2008 ; Ellman et al., 2004). En médecine d'urgence, Silbergleit et collaborateurs (2006) ont examiné 1828 cas de réadmission aux urgences à la suite d'un départ prématuré. Les auteurs ne montrent pas d'effet significatif de l'heure du départ et concluent ainsi que les défauts de prise en charge ne sont pas plus fréquents durant la nuit. Carmody et collaborateurs (2002) ont examiné un registre en traumatologie et concluent que le taux de mortalité ne diffère pas entre le travail de jour et de nuit, et ce en tenant compte de la sévérité du trauma. Suivant la même approche, Robinson et collaborateurs (2003) ne relèvent pas de différence significative en ce qui concerne l'exactitude du diagnostic de syndromes coronaires aigus chez des patients souffrant de douleurs thoraciques.

Les données relatives à la santé des patients sont des indicateurs objectifs de la performance médicale. Elles ne reflètent toutefois qu'une partie de la problématique du risque associé à la fatigue. En effet, certaines erreurs sont interceptées avant même qu'elles ne se traduisent en incidents. Cette approche ne permet donc pas de rendre compte des erreurs dont les conséquences ne se matérialisent pas par une dégradation de l'état du patient. Par ailleurs, les indicateurs centrés sur le patient limitent la portée des résultats dans la mesure où ils ne permettent pas

d'isoler les aspects de la performance qui sont les plus sensibles. Enfin, la responsabilité du médecin dans la dégradation de l'état du patient n'est pas toujours clairement établie. De nombreuses variables contextuelles sont susceptibles de jouer un rôle déterminant dans l'évolution de l'état du patient. Ces données doivent donc être interprétées avec précaution, en particulier lorsqu'il est question d'établir un lien de causalité. Dans l'hypothèse la plus optimiste, les indicateurs de sécurité permettent d'évaluer dans quelle mesure les altérations associées à la fatigue se traduisent par une dégradation de l'état du patient. Il s'agit donc, dans le meilleur des cas, d'une mesure partielle et indirecte de la performance en contexte médical.

2.6. Les études interventionnelles

De nombreuses études ont examiné l'incidence de différents aménagements horaires sur la performance médicale. Dans sa revue de la littérature, Fletcher et collaborateurs (2004) comptabilisent sept études interventionnelles réalisées entre 1966 et 2004. Les interventions portent sur une réduction du temps de travail dans ses dimensions journalières et hebdomadaires. Les variables considérées comprennent les taux d'événements indésirables, de complications, de mortalité, d'erreurs de médication et les délais de procédure. Les résultats sont contradictoires et certaines études montrent un effet contre-productif de la réduction du temps de travail se traduisant principalement par une augmentation des délais et du taux de complication (Petersen et al., 1994 ; Daigler et al., 1990). Selon Fletcher et collaborateurs (2004), ces effets sont le résultat de dysfonctionnements dans la continuité des soins. La limitation du temps de travail accentue la fragmentation du suivi médical dans la mesure où un même patient doit être suivi par un plus grand nombre d'intervenants. Un an plus tard, Fletcher et collaborateurs (2005)

étendent leur méta-analyse à des variables relatives à la qualité de vie des médecins. La réduction du temps de travail est associée à une augmentation du temps de sommeil ainsi qu'une amélioration du sentiment de bien-être. Toutefois, les auteurs concluent que les données disponibles sont insuffisantes pour guider une politique de réduction du temps de travail. Plus récemment, McIntyre et collaborateurs (2010) ont évalué l'impact des restrictions horaires associées à la directive européenne de 2003 sur base de différents indicateurs de sécurité et de bien-être. Les auteurs ne notent aucune amélioration de la sécurité du patient mais constatent une augmentation paradoxale de l'absentéisme en raison de problèmes de santé. Plusieurs études récentes vont dans ce sens et démontrent que la directive européenne de 2003 n'a pas eu d'incidence sur les taux de mortalité et de morbidité, toutes spécialités confondues (Morrison et al., 2009 ; Salim et al., 2007 ; de Virgilio et al., 2006). En 2004, le très réputé « Harvard Work Hours Health and Safety Group » (HWHHSG) publie deux études dont les conclusions sont en faveur d'une réduction du temps de travail. La première compare un horaire traditionnel (e.g. 85 heures par semaine, maximum 24 heures consécutives) à un horaire réduit (e.g. 65 heures par semaine, maximum 16 heures consécutives). Les résultats indiquent une diminution des erreurs d'inattention mesurée à l'aide d'un test de polysomnographie (Lockley et al., 2004). Les auteurs suggèrent que ces défauts d'attention sont susceptibles d'impacter la qualité des soins. Selon Kramer (2010), ce dernier point ne fait pas consensus dans la littérature et il serait hasardeux de baser une réforme du temps de travail sur cette inférence. La seconde étude compare le taux d'erreurs associé à ces deux mêmes horaires et montre une diminution spectaculaire de près de 50% (Landrigan et al., 2004). Toutefois, une analyse détaillée des résultats révèle que cet effet est lié à une baisse significative des erreurs

interceptées (e.g. sans préjudice pour le patient) alors que les erreurs non-interceptées restent inchangées (e.g. avec préjudice pour le patient). Par ailleurs, on observe une diminution similaire des erreurs chez les médecins ne participant pas à l'étude. En conséquence, Kramer (2010) suggère que ces résultats sont potentiellement contaminés par l'effet Hawthorne. Pour ces différentes raisons, les résultats du HWHHSO sont peu concluants et ne permettent pas d'affirmer qu'une réduction du temps de travail se traduit par une amélioration significative de la qualité des soins.

Au-delà de la limitation du temps de travail, les études interventionnelles impliquent des changements dans l'organisation du travail. Ces recherches ne nous renseignent pas sur l'effet intrinsèque de la fatigue au travail et portent plus largement sur l'efficacité de nouvelles formes d'organisation du travail. Comme en témoigne la méta-analyse de Fletcher et collaborateurs (2004), ces changements sont autant de variables confondantes susceptibles de biaiser l'interprétation des résultats. Enfin, les études interventionnelles sont, dans la plupart des cas, tributaires de réformes en matière de temps de travail. Dans une perspective de recherche, il n'est pas toujours envisageable d'introduire de nouveaux horaires de travail au sein d'un hôpital, et ce pour des raisons législatives ou éthiques.

2.7. Synthèses de la littérature

La littérature traitant des effets de la fatigue sur la performance médicale est très hétérogène. Les trois spécialités les plus représentées sont l'anesthésie, la chirurgie et la médecine d'urgence. Bien que la nature de l'activité diffère considérablement entre ces disciplines, elles sont toutes les trois soumises à la même réglementation en matière de temps de travail (i.e. loi fédérale du 12 décembre 2010). Ainsi, la problématique des

horaires atypiques touche l'ensemble des médecins spécialistes exerçant dans les centres hospitaliers.

La littérature s'accorde à reconnaître que l'intensification des horaires n'est pas sans conséquences pour les médecins. Les études reposant sur l'administration de tests psychométriques confirment que le manque de sommeil associé aux horaires atypiques a un impact considérable sur le fonctionnement cognitif des médecins spécialistes (Philibert, 2005 ; Stellman, 2000). En revanche, les résultats sont plus équivoques en ce qui concerne son impact sur la qualité des soins dispensés. Dans sa méta-analyse, Kramer (2010) conclut que les études en situation naturelle ne parviennent pas à démontrer que la privation de sommeil se traduit par une augmentation systématique des erreurs médicales. Gates et collaborateurs (2018) ajoutent que les données actuellement disponibles sont insuffisantes pour justifier une réduction du temps de travail en médecine. Les études démontrant que la réduction du temps de travail n'est pas associée à une amélioration de la qualité des soins ont été interprétées en faveur d'une levée des restrictions dans certaines spécialités (Weiss et al., 2016). Toutefois, certains auteurs considèrent que ces résultats préliminaires doivent être interprétés avec prudence en raison de l'hétérogénéité des études et de la taille limitée des échantillons examinés (Philibert, 2005).

D'autres auteurs suggèrent que ces résultats sont le signe d'une certaine capacité de résilience du système médical face à la fatigue. En effet, depuis longtemps se véhicule l'idée que les médecins sont à même de compenser les altérations associées à la fatigue (Levinsky, 1988). Plus récemment, Czeisler (2009) a démontré que cette capacité d'adaptation se reflète à travers deux sources de variabilité interindividuelle. La première est relative à la durée du sommeil des médecins à horaire équivalent. Selon

l'auteur, le sommeil effectif peut être influencé par de nombreux facteurs d'ordre individuel (e.g. activités sociales, responsabilités familiales). Sade (2015), quant à lui, suggère que les médecins font usage de différentes stratégies afin de maximiser leur temps de sommeil. La seconde source de variabilité interindividuelle renvoie à la magnitude des altérations associées à la fatigue. D'après Czeisler (2009), les médecins ne sont pas tous égaux face au manque de sommeil et la performance à certaines tâches serait préservée chez certains d'entre eux. Selon Samkoff et Jacques (1991), les médecins seraient en mesure de mitiger les effets de la fatigue aiguë lors de situations cliniques à haut risque pour le patient (e.g. réanimation). En revanche, ils seraient plus susceptibles de commettre des erreurs lors de tâches routinières et répétitives nécessitant une attention soutenue. D'autres études suggèrent que la tolérance au manque de sommeil est en partie déterminée par des marqueurs génétiques (Groeger et al., 2008 ; Viola et al., 2007). Enfin, il a été proposé que la variabilité de la performance en situation de manque de sommeil serait liée à la nature des compétences mobilisées. Plus précisément, les compétences non techniques semblent se dégrader de façon plus marquée et systématique que les compétences techniques (Neuschwander et al., 2017).

À ce jour, l'idée même que la performance des médecins puisse être préservée en dépit des lourdes contraintes horaires demeure largement contestée (Avidan, 2013 ; Landrigan et al., 2004 ; Lockley et al., 2004). De nombreux auteurs sont en faveur d'une réforme de la réglementation du temps de travail et plus particulièrement d'une suppression des gardes de 24 heures. Les arguments avancés reposent principalement sur les résultats univoques de la recherche expérimentale, démontrant une détérioration systématique de la performance aux tests d'attention

soutenue. Leurs détracteurs, quant à eux, avancent des arguments relatifs au caractère contre-productif d'une réduction des horaires, notamment en ce qui concerne la continuité des soins et la charge de travail (Mcintyre et al., 2010 ; Fletcher et al., 2004 ; Petersen et al., 1994 ; Daigler et al., 1990). Ces arguments reposent principalement sur les études interventionnelles dont les résultats sont les moins équivoques sur la question.

Quoi qu'il en soit, les éléments empiriques actuellement disponibles ne permettent pas de démontrer que le manque de sommeil associé aux horaires atypiques se traduit par une dégradation systématique de la qualité des soins. De la même manière, aucune étude à ce jour n'a été en mesure d'isoler les déterminants individuels qui seraient à l'origine de la variabilité observée dans la relation entre fatigue et performance en contexte médical. Une chose est sûre, la littérature traitant des effets de la fatigue sur la performance des médecins fait état d'une grande variabilité. Il reste à déterminer si cette dernière trouve son origine dans l'hétérogénéité des méthodes et des instruments utilisés ou dans l'existence de variables médiatrices jusqu'ici inconnues. Cette zone d'ombre est en partie due aux difficultés méthodologiques soulevées par l'évaluation de la performance médicale d'une part, et par l'opérationnalisation du concept de résilience d'autre part (Cuvelier et Falzon, 2008).

3. La résilience comme modèle explicatif

À l'origine, la résilience est un concept propre à l'ingénierie qui renvoie à l'aptitude d'un corps à résister à un choc et à retrouver sa forme initiale après une compression, une torsion ou une élévation (Anaut, 2008). Dans les années 1940, il a été appliqué pour la première fois au

domaine des sciences sociales pour rendre compte du développement psychique favorable de jeunes enfants exposés à des facteurs de stress périnatal (Michallet, 2009). La notion de résilience est désormais utilisée dans de nombreuses disciplines pour désigner la capacité d'un individu ou d'un système à absorber une perturbation et à récupérer ensuite ses fonctions (Lhomme et al., 2010). Toutefois, la littérature scientifique fait état d'une certaine hétérogénéité dans la délimitation de ce concept. La résilience peut non seulement être considérée comme une capacité, mais également comme un processus ou un résultat.

3.1. Un concept multiforme

La majorité des recherches sur la résilience individuelle porte sur l'identification de caractéristiques présentées par des individus exposés à des situations à risque (Michallet, 2009). L'objectif est de déterminer ce qui différencie ceux qui parviennent à s'adapter malgré les facteurs de risque de ceux qui, soumis à ces mêmes conditions, voient leur état psychique lourdement impacté. Ces caractéristiques peuvent prendre la forme de compétences, mais également d'attitudes ou de traits de personnalité (Cyrulnik, 1999 ; Patterson, 1995 ; Werner et Smith, 1989). Ainsi, la résilience individuelle peut être définie comme la capacité d'une personne à faire face, à se développer et à augmenter ses compétences dans une situation adverse (Block & Block, 1980). En d'autres termes, il s'agirait d'une faculté que certains possèderaient et d'autres non, et ce à des degrés variables. Partant de cette conception, il est envisageable de mesurer cette capacité et de classer les individus selon des critères de résilience.

En s'intéressant aux processus par lesquels l'individu parvient à développer cette faculté, certains auteurs en sont venus à considérer la résilience comme un mécanisme dynamique et modulable évoluant dans

le temps et selon les évènements (Michallet, 2009). La résilience est alors définie comme un processus d'adaptation aux stressseurs, à l'adversité, au changement et aux opportunités (Richardson, 2002). Elle trouve son origine dans l'interaction de facteurs de risque et de protection se situant à la fois sur les plans individuels et environnementaux (Jourdan-Ionescu, 2001 ; Werner et Johnson, 1999 ; Egeland et al., 1993). Lorsque le stressseur passe le filtre des facteurs de protection, il vient perturber le fonctionnement physiologique et/ou psychologique de l'individu. La mise en œuvre de mécanismes adaptatifs permet alors de retrouver un état d'équilibre. Cet état peut consister en un retour à l'homéostasie antérieure à la perturbation, en une réintégration dysfonctionnelle ou, au contraire, résiliente au cours de laquelle les facteurs de protection se trouvent renforcés, renouvelés ou développés (Richardson, 2002 ; Richardson et al., 1990).

Pour d'autres auteurs, la résilience est un état, à savoir le résultat ou la conséquence positive de la mise en œuvre de stratégies adaptatives (Michallet, 2009). Elle se caractérise par un type d'activité qui met en place un but et mode d'action pour atteindre l'objectif poursuivi (Rutter, 1985). Considérer la résilience comme un résultat présente, à première vue, l'intérêt de faciliter l'opérationnalisation du concept. Partant de ce postulat, il serait envisageable de mesurer le degré de résilience d'un individu par des tests évaluant le résultat escompté des stratégies mobilisées. En fonction de leurs finalités, les variables considérées peuvent inclure le niveau de bien-être, d'anxiété, de performance ou d'adaptation sociale par exemple.

Ces différentes modélisations ne doivent pas être considérées comme antinomiques, mais plutôt comme les multiples facettes d'un même concept. En réalité, de nombreux auteurs passent facilement de

l'une à l'autre ou les intègrent en une seule et même définition (Michallet, 2009). Ainsi, Garmezy (1993) la définit comme « la capacité, le processus ou le résultat d'une bonne adaptation en dépit des circonstances, des défis ou des menaces ».

3.2. La perspective écosystémique

Les différentes définitions qui précèdent portent sur la résilience individuelle. Comme nous l'avons vu, elle peut être décrite comme un processus continu d'adaptation et d'ajustements successifs entre l'individu et son environnement. Dès lors, la résilience ne peut se concevoir que dans une perspective écosystémique (Bronfenbrenner, 2005 ; Waller, 2001). On distingue ainsi différents plans en fonction du point de départ de l'analyse des mécanismes d'adaptation (Michallet, 2009). La résilience individuelle s'inscrit parfois dans une résilience systémique, plus large, qui se rapporte à la propriété intrinsèque d'une organisation à entretenir ou rétablir un état dynamiquement stable lui permettant de poursuivre ses opérations en présence d'un stress continu (Hollnagel, 2006). La notion de stress est ici à considérer comme toute source de variabilité ou de perturbation non prévue et susceptible d'entraver le fonctionnement du système.

Cette conception s'applique tout particulièrement au monde du travail. L'organisation doit être considérée comme un système dynamique continuellement créé et recréé, et non comme le simple agrégat de plusieurs individus. Dans ce contexte, la résilience s'exprime à la fois à travers la capacité du système à absorber les écarts de performance de façon à maintenir l'homéostasie, et par le biais de mécanismes d'ajustement mobilisés par les opérateurs pour faire face aux exigences du travail. Dans certains cas, ces deux plans fonctionnent de concert dans la mesure où la résilience du système permet la résilience des individus et

inversement. Dans d'autres circonstances, la résilience du système peut s'opérer au détriment de celle de l'individu sur le long terme (Nyssen & Bérastégui, 2017).

Pour illustrer ce dernier cas de figure, il est utile de partir de la métaphore de l'huître perlière introduite par Cyrulnik en 1999. Quand un corps étranger s'infiltré dans sa coquille, le mollusque l'enroule de milliers de couches de nacre qui finissent par former une bille parfaitement lisse empêchant toute blessure ou irritation. L'oxymoron proposé par Cyrulnik met en lumière le fait que la résilience individuelle ne s'exprime qu'en réaction à une perturbation. Elle apparaît comme le résultat d'un processus paradoxal dans lequel la confrontation au traumatisme et la blessure viennent étayer l'adaptation (Anaut, 2008). Ce mécanisme, vertueux de prime abord, se présente toutefois sous un nouveau jour lorsque l'on considère le cadre plus large de perliculture (Nyssen & Bérastégui, 2017). En effet, le bon fonctionnement des fermes perlières repose exclusivement sur la capacité d'adaptation de leurs locataires. Bien que ce processus soit résilient pour l'huître, la perle n'est précieuse que pour l'homme et, à terme, implique le sacrifice du mollusque. Dans cet exemple, la résilience du système (i.e. pérennité de la production de perles) repose sur la résilience des individus (i.e. sécrétion de nacre autour du corps étranger).

Dans ce contexte, il convient de s'interroger sur le coût de la résilience dans une perspective écosystémique impliquant à la fois des variables liées au fonctionnement de l'individu et du système. En effet, la résilience du système médical face à la fatigue est susceptible de s'opérer au détriment de la résilience individuelle de ses membres. Plus précisément, il est possible que les processus adaptatifs mobilisés par les médecins maintiennent l'efficacité du système médical au prix d'un effort

supplémentaire qui, sur le long terme, aboutit à une rupture. Dans une étude préliminaire, nous avons investigué le coût associé aux mécanismes individuels de résilience déployés dans un contexte de gestion de crise (Nyssen & Bérastégui, 2017). Notre démarche consistait, au départ du relaté d'incidents critiques, à identifier les mécanismes de résilience déployés par les médecins urgentistes pour faire face à la crise. De même, nous avons évalué leur impact à long terme sur le vécu traumatique associé à l'incident. Bien que ces mécanismes assurent la bonne gestion de la situation sur le vif, nos résultats montrent également qu'à long terme, certains d'entre eux ont des effets délétères sur le bien-être des praticiens. Dès lors, la notion de temporalité semble revêtir une importance capitale lorsqu'il est question d'apprécier l'efficacité des mécanismes de résilience. Les bénéfices à court terme pour le système doivent donc être rapprochés des éventuels coûts à long terme pour l'individu.

La diversité de sens associée à la notion de résilience pose des défis en termes d'opérationnalisation du concept sur le terrain (Kane et Vanderlinden, 2015). Ainsi, on lui préfère parfois le statut de théorie ou d'approche dont la nature systémique et multiniveau permet l'analyse approfondie de situations d'adaptation (VonThron et al., 2016). L'opérationnalisation des concepts qui lui sont propres se déplace alors sur d'autres champs théoriques. Par exemple, la littérature CRM (i.e. *Crew Resource Management*) traite des mécanismes individuels de résilience déployés lors de la gestion d'incidents critiques (Bergström et al., 2011). De même, les systèmes FRMS (i.e. *Fatigue Risk Management System*) proposent une application concrète du concept de résilience au domaine de la fatigue au travail (Akselsson et al., 2009). Comme nous allons le voir dans le chapitre suivant, cette opérationnalisation présente toutefois certaines limites au regard de notre thématique de recherche.

Résumé

- ❖ L'étude des effets de la fatigue sur la performance médicale fait l'objet de résultats contradictoires. En conséquence, les données actuellement disponibles sont jugées insuffisantes pour justifier une nouvelle réforme de la réglementation en matière de temps de travail.
- ❖ L'absence de relation claire et systématique entre fatigue et performance entretient l'idée selon laquelle les médecins sont à même de compenser les altérations associées à la fatigue. Toutefois, aucune étude à ce jour n'a été en mesure d'isoler les mécanismes de résilience qui seraient à l'œuvre dans la régulation de la performance médicale.
- ❖ Cette zone d'ombre est en partie due aux difficultés méthodologiques soulevées par l'évaluation de la performance médicale d'une part et par l'opérationnalisation du concept de résilience d'autre part.
- ❖ La résilience individuelle peut être considérée comme une capacité (i.e. faire face, se développer et augmenter ses compétences dans une situation adverse), un processus (i.e. une adaptation aux stressors, à l'adversité et au changement) ou un résultat (i.e. la conséquence positive de la mise en œuvre de stratégies adaptatives).
- ❖ En contexte de travail, la résilience individuelle s'inscrit dans une résilience systémique, qui se rapporte à la capacité du système à répondre aux perturbations en cherchant un meilleur niveau de fonctionnement.

- ❖ Dans certains cas, ces deux plans fonctionnent de concert dans la mesure où la résilience du système permet la résilience des individus, et inversement. Dans d'autres, la résilience du système peut s'opérer au détriment de la résilience de l'individu. Ainsi, il convient de s'interroger sur le coût de la résilience dans une perspective écosystémique impliquant à la fois des variables liées au fonctionnement de l'individu et du système.
- ❖ Les systèmes FRMS (i.e. Fatigue Risk Management System) proposent une application concrète du concept de résilience au domaine de la fatigue au travail. Ils présentent toutefois certaines limites au regard de notre thématique de recherche.

5

La gestion du risque associé à la fatigue

Sommaire

1. Un changement de paradigme	111
2. Les systèmes de gestion du risque associé à la fatigue	112
2.1. Reason et les approches « SMS »	112
2.2. Le modèle de Dawson & McCulloch	113
2.2.1. Les stratégies de gestion du risque	116
2.2.2. L'identification des stratégies informelles	120
2.2.3. Les limites de l'approche « FRMS »	125

Abstract. Le cinquième chapitre expose la littérature traitant de la gestion du risque associé à la fatigue. En premier lieu, nous introduisons les différents ancres théoriques qui ont servi de base au développement des systèmes de gestion du risque associé à la fatigue. Ensuite, nous explorons dans quelle mesure le modèle référent de Dawson & McCulloch est susceptible de rendre compte des résultats exposés lors du chapitre précédent. Enfin, nous en présentons les limites dans le cadre de l'évaluation des mécanismes de résilience à l'œuvre au niveau local.

1. Un changement de paradigme

Au fil des années, l'émulation scientifique autour de la question de la fatigue au travail a suscité une prise de conscience dans de nombreux secteurs. La fatigue est dorénavant considérée comme un facteur de risque à part entière dont la prise en compte est indispensable pour assurer la sécurité du travail. Il est estimé que 13% des accidents de travail lui sont attribuables et que le risque de se blesser sur son lieu de travail est 1,62 fois plus élevé chez les individus épuisés (Uehli et al., 2014). Traditionnellement, la gestion du risque associé à la fatigue repose sur la mise en conformité avec les normes de temps de travail. Néanmoins, le développement récent des pratiques de flexibilité et l'émergence de formes intensives d'organisation du travail souligne les limites d'une approche essentiellement prescriptive. En effet, le respect de la réglementation en matière de temps de travail laisse parfois subsister un risque significatif pour la sécurité du travail. Par ailleurs, dans certains secteurs, les contraintes de terrain privent les entreprises de toute marge de manœuvre quant à la gestion des horaires de leurs employés. La médecine d'urgence en est le parfait exemple : la pénurie de main d'œuvre couplée aux impératifs en matière de continuité des soins écarte toute possibilité d'un allègement des horaires des médecins.

Ce contexte a vu naître de nouveaux systèmes de gestion du risque associé à la fatigue. Ces derniers viennent compléter, voire remplacer, les approches uniquement centrées sur la limitation du temps de travail (Cabon, 2015).

2. Les systèmes de gestion du risque associé à la fatigue

2.1. Reason et les approches « SMS »

Ces systèmes reposent sur la méthodologie SMS (i.e. « Safety Management System »), elle-même inspirée des travaux avant-gardistes de James Reason. Selon Reason (1990), l'incident est le stigmate d'une longue chaîne causale faisant intervenir de nombreux acteurs. L'expert entre en opposition avec la conception largement répandue à l'époque selon laquelle l'incident serait le résultat immédiat d'une faute individuelle. Toujours selon le même auteur, la sécurité du système est compromise lorsque le facteur de risque est à même de traverser les différents niveaux de défense placés sur son chemin. Ces niveaux peuvent prendre la forme de barrières technologiques ou de procédures de contrôle. L'inefficacité des niveaux de défense peut être le fait d'erreurs actives (i.e. actions dangereuses en contact direct avec le système) mais également de défaillances latentes (i.e. caractéristiques intrinsèques au système). Ainsi, l'incident est le résultat d'une trajectoire marquée par le

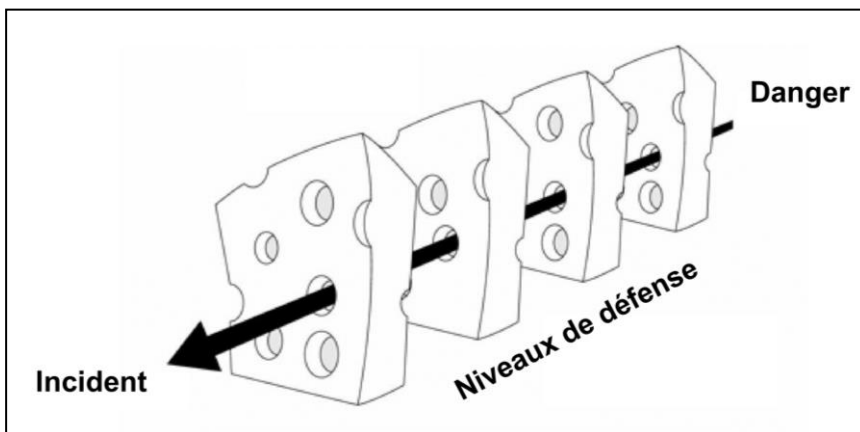


Figure 7. Le modèle « Swiss Cheese ». L'incident est le résultat du franchissement successif de niveaux de défense, du fait d'erreurs actives ou de défaillances latentes (Adapté de Reason, 2000).

franchissement successif de niveaux de défense, sous l'impulsion d'erreurs actives et de défaillances latentes. Le modèle de Reason est également appelé « swiss cheese model ». Les niveaux de défense peuvent être comparés à des « tranches » dont les « trous » en symbolisent les failles (Figure 7).

L'approche SMS repose sur l'identification des erreurs ou défaillances et de leurs implications dans la chaîne causale de l'incident. En retracer la trajectoire permet de dégager des pistes d'amélioration afin de prévenir l'occurrence de nouveaux incidents. Le modèle TEM (i.e. « Threat and Error Management ») s'appuie sur cette même conception et met l'accent sur l'importance du développement de contre-mesures spécifiques aux facteurs de risque (Helmreich, 2000). Ces dernières peuvent être de nature individuelle (i.e. comportements en contexte) ou collective (i.e. organisation du travail). Elles visent à disrupter la trajectoire de l'incident avant qu'il ne se matérialise en conséquences. Le modèle TEM conceptualise la gestion du risque comme une coresponsabilité entre l'organisation et l'opérateur, et insiste sur l'omniprésence des erreurs dans les systèmes sociotechniques complexes.

Ces modèles proposent une approche holistique et proactive de la gestion du risque, reposant à la fois sur l'identification précoce des dangers et le déploiement de contre-mesures adaptées. Ce faisant, le système de travail est en capacité d'absorber les irrégularités de performance et, *in fine*, de maintenir un niveau de risque acceptable.

2.2. Le modèle de Dawson & McCulloch

Dawson & McCulloch (2005) sont les premiers à transposer l'approche SMS à la problématique de la fatigue au travail. Sur base des travaux antérieurs de Reason et Helmreich, ils proposent un système de

gestion du risque associé à la fatigue (e.g. « Fatigue Risk Management System », FRMS) conceptualisé comme une série de niveaux de défense positionnés tout au long de la trajectoire de l'incident. Chaque niveau offre une opportunité d'identifier et de prévenir l'incident à travers différents mécanismes de contrôle (cf. Figure 8).

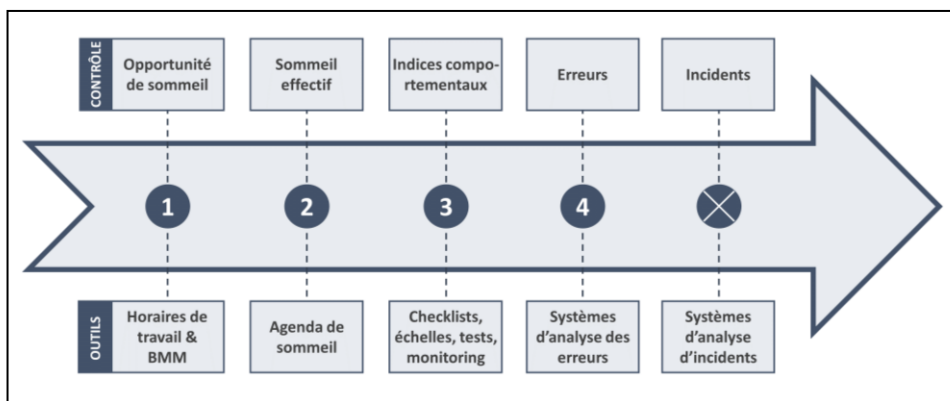


Figure 8. Modélisation d'un « FRMS » selon Dawson & McCulloch.

Un système de gestion du risque associé à la fatigue (i.e. FRMS) peut être conceptualisé comme une série de niveaux de défenses successifs. Chaque niveau offre une opportunité de prévenir l'incident à l'aide d'outils qui lui sont spécifiques (Adapté de Dawson et al., 2012).

Le premier niveau de défense se réfère aux opportunités de sommeil associées à l'horaire de travail. A ce stade, l'objectif est de garantir des périodes de repos adéquates permettant à l'opérateur de récupérer pleinement entre deux périodes de travail. Le contrôle des opportunités de sommeil peut s'opérer via des outils de simulation permettant d'évaluer le risque associé à un horaire de travail particulier. Ces modèles sont dits « biomathématiques » (e.g. BMM) dans la mesure où ils intègrent les principes de la régulation du sommeil afin de prédire les fluctuations théoriques du niveau de fatigue. Ils permettent ainsi de s'assurer que l'opérateur travaille dans des conditions adaptées d'un point de vue chronobiologique.

Le second niveau de défense porte sur l'évaluation du sommeil effectivement obtenu par l'opérateur. En effet, le contrôle des opportunités de sommeil ne permet pas de garantir que l'opérateur soit suffisamment reposé et apte à travailler. A travers ce deuxième niveau, il est possible de déterminer si les opportunités de sommeil dégagées par l'horaire de travail se sont effectivement traduites par un sommeil considéré comme adéquat. Le contrôle du sommeil effectif se fait principalement sur base de données auto-rapportées (i.e. agenda de sommeil).

Le troisième niveau de défense vise à contrôler l'apparition de symptômes (e.g. bâillements) ou d'altérations (e.g. troubles de l'attention) associés au manque de sommeil. A ce stade, il est question de déterminer si l'état de l'opérateur est compatible avec les exigences du travail. Le troisième niveau permet de rendre compte de la variabilité interindividuelle en matière de besoin de sommeil. Les outils permettant d'identifier les travailleurs à risque comprennent les check-lists de symptômes (e.g. Sleep Disorders Symptom Checklist), les tests psychométriques (e.g. Psychomotor Vigilance Task), les échelles auto-rapportées (e.g. Karolinska Sleepiness Scale) et les techniques de monitoring (e.g. Eye-Tracking).

Le dernier niveau de défense porte sur la prévention des erreurs associées à la fatigue. Les modalités de contrôle sont celles de l'approche SMS et se présentent sous la forme de systèmes d'analyse des erreurs. Sur base des erreurs commises, il est possible de dégager différents précurseurs dont la prise en compte permettra de prévenir l'occurrence d'erreurs similaires. Le quatrième niveau remplit donc un double objectif : identifier les précurseurs pertinents dans un contexte de gestion du

risque, et développer des procédures formelles visant à intercepter les erreurs avant qu'elles n'entraînent un incident.

L'incident se produit lorsque les quatre niveaux de défense sont mis en échec. Dans ce cas, les circonstances de son apparition peuvent être examinées afin d'en retracer la trajectoire. Une telle approche supporte l'identification des erreurs actives ou des défaillances latentes à l'origine de la perméabilité de certains niveaux de défense. Les informations collectées permettent de corriger ou d'améliorer le système de gestion du risque de façon à prévenir l'occurrence d'incidents similaires.

2.2.1. Les stratégies de gestion du risque

Les quatre niveaux du FRMS sont autant d'opportunités de prévenir de potentiels incidents et, *in fine*, de maîtriser le risque associé à la fatigue. On distingue deux types de stratégies de gestion du risque : les stratégies de réduction (i.e. FRS, Fatigue Reduction Strategies) et les stratégies de proofing (i.e. FPS, Fatigue Proofing Strategies).

Les FRS visent à réduire la probabilité qu'un opérateur fatigué soit présent sur le lieu de travail (Dawson et al., 2012). Elles sont typiquement déployées à travers les approches prescriptives de limitation du temps de travail et l'utilisation de modèles biomathématiques du sommeil (i.e. premier niveau). Les modalités de contrôle des niveaux suivants peuvent également être utilisées pour écarter les travailleurs à risque sur base de leur historique de sommeil (i.e. second niveau) ou d'indicateurs comportementaux (i.e. troisième niveau).

Les FPS visent à réduire la probabilité qu'un opérateur fatigué commette une erreur sur le lieu de travail (Dawson et al., 2012). Elles

sont déployées à travers le dernier niveau de défense (i.e. identification des précurseurs à l'erreur). Les FPS permettent d'améliorer la résilience du système de travail, à savoir sa capacité à absorber et tolérer les écarts de performance associés à la fatigue.

Selon Dawson et collaborateurs (2012), ces deux types de stratégies constituent des approches complémentaires de gestion du risque associé à la fatigue. Les trois premiers niveaux de défense ne sont pas suffisants pour garantir la sécurité du système dans la mesure où il est virtuellement impossible d'écarter l'éventualité qu'un opérateur soit fatigué sur le lieu de travail, et ce pour des raisons indépendantes de la volonté de l'employeur. En outre, il est parfois préférable de maintenir un travailleur fatigué en poste, du moins de façon temporaire, pour assurer la continuité des opérations. Ceci s'applique tout particulièrement aux services d'urgence où le risque associé à la réduction des effectifs est considéré comme inacceptable. Dans ce cas de figure, les stratégies de réduction se révèlent inadéquates et on ne peut agir sur le risque qu'à travers la prévention des erreurs associées à la fatigue. Ainsi, les FPS sont de puissants vecteurs de sécurité lorsque les circonstances opérationnelles excluent *de facto* les stratégies usuelles de réduction. C'est dans ce sens qu'un système de gestion du risque efficace repose sur une approche holistique combinant ces deux types de stratégies.

A l'heure actuelle, les procédures formelles de gestion du risque sont essentiellement prescriptives et reposent sur la mise en conformité avec les directives de temps de travail (e.g. premier niveau). Le concept de *proofing* demeure marginal et la majorité des SMS n'intègrent pas de FPS dans leurs protocoles formels de gestion du risque. En conséquence, les FPS se développent de façon informelle dans les secteurs où il n'est

pas souhaité ou souhaitable de réduire le temps de travail. Selon Dawson et collaborateurs (2012), ces stratégies peuvent être observées dans des secteurs très divers et font parfois partie intégrante des pratiques culturellement transmises. Chez les marins par exemple, il est d'usage d'accompagner les commandes de navigation par un signe de la main dans la direction appropriée, suivi d'une demande de « call-back ». Cette manœuvre permet aux marins présents sur le pont de s'assurer que la commande de navigation a été correctement comprise par le timonier. De cette façon, les erreurs de communication peuvent être interceptées et corrigées avant qu'elles ne causent un incident. D'après les observations de Dawson et collaborateurs (2012), cette stratégie n'est mobilisée que lorsque les conditions sont considérées comme défavorables et notamment sur base du degré d'épuisement de l'équipage.

Chez les pilotes de ligne, on observe également le déploiement de stratégies informelles de gestion du risque. Lors de vols long-courriers, les pilotes n'ont pas toujours l'opportunité de se reposer dans l'avion et sont parfois contraints d'amorcer l'atterrissage alors qu'ils sont fatigués. L'atterrissage est une procédure complexe où l'apparition d'un événement perturbateur doit être gérée dans un délai très court. Le pilote peut être amené à prendre une décision dont les enjeux sont considérables, et ce sous une forte contrainte temporelle. Selon les observations de Dawson et collaborateurs (2012), les pilotes fatigués entament les procédures préliminaires avec quelques minutes d'avance de façon à s'assurer que les différentes opérations d'analyse et de calcul seront effectuées en l'absence de contraintes temporelles.

Dawson et collaborateurs (2012) ont également étudié la mobilisation de FPS dans le domaine de la production énergétique. Dans ce secteur, les opérateurs sont régulièrement amenés à intervenir en

urgence afin de rétablir le courant sur le réseau à toute heure du jour ou de la nuit. Ces interventions varient de par leur complexité et peuvent, dans certains cas, représenter un risque significatif pour le travailleur ou pour le réseau. Les chefs d'équipe reconnaissent avoir recours à un curieux stratagème pour identifier les agents à risque. Durant les périodes de garde les superviseurs usent de « taquineries » ou de traits d'esprit afin de jauger le degré d'épuisement de leurs subordonnés. Les individus irascibles seront assignés aux interventions les moins risquées alors que leurs collègues moins susceptibles seront relayés aux pannes complexes. Sous couvert d'un trait d'humour parfois discutable, le superviseur sonde en réalité l'humeur de ses hommes et en dérive une appréciation – elle aussi discutable – de leur niveau de fatigue.

Comme en témoignent ces quelques exemples, les FPS sont avant tout des initiatives individuelles déployées de façon informelle. Elles sont fondamentalement liées au contexte culturel dans lequel elles se développent et il serait hasardeux de les considérer comme de « bonnes pratiques » aisément transposables. Leur étude n'en demeure pas moins déterminante dans la mesure où elle nous renseigne sur les mécanismes individuels de résilience par lesquels le système est à même de s'autoréguler. De prime abord, les processus de formation et de pérennisation des FPS au niveau local semblent désorganisés, instinctifs et parfois même involontaires. La plupart du temps, ces stratégies se transmettent au travers de pratiques de mentorat non documentées et en dehors de tout contrôle organisationnel. Le développement spontané de pratiques informelles peut représenter un risque considérable pour la sécurité du système. Bien qu'elles se développent de façon adaptative, les FPS peuvent également s'avérer contre-productives. Par ailleurs, les initiatives individuelles participent à creuser l'écart entre le travail réel et

le travail prescrit, tel qu'il est formalisé dans les procédures officielles. Cet écart est susceptible d'entraîner des problèmes de coordination entre les instances opérationnelles et managériales. Pour ces différentes raisons, il est essentiel d'évaluer les FPS au niveau local et d'intégrer les stratégies efficaces aux procédures formelles de gestion du risque. En réalité, on sait encore peu de choses sur la façon dont ces stratégies émergent, se développent et se diffusent au sein du système de travail. De même, peu d'attention a été accordée à l'étude de leur prévalence et de leur efficacité. La littérature traitant des FPS est principalement composée d'études qualitatives reposant sur des techniques exploratoires. L'approche qualitative se révèle particulièrement pertinente étant donné la nature implicite de ces stratégies. Bien qu'elle permette de fournir une description détaillée de phénomènes jusqu'alors méconnus, elle est d'un intérêt limité lorsqu'il s'agit de juger de leur efficacité au départ de variables opérationnelles.

2.2.2. L'identification des stratégies informelles

Comme le montrent ces différents exemples, les FPS sont des comportements subtils et profondément enracinés dans la culture organisationnelle. Selon Dawson & McCulloch (2012), les opérateurs sont susceptibles de ne pas reconnaître ces comportements comme des stratégies en soi, mais simplement comme « la façon dont nous faisons les choses ici ». Ainsi, l'expérience répétée de situations à risque stimule le développement de contre-mesures implicites dont la véritable raison d'être n'est pas toujours verbalisée. C'est dans ce sens que les FPS peuvent être difficiles à identifier sans une consultation approfondie des acteurs de terrain.

Dawson & collaborateurs (2012) proposent une méthodologie pragmatique pour intégrer les FPS aux pratiques formelles de gestion du risque (Figure 9).

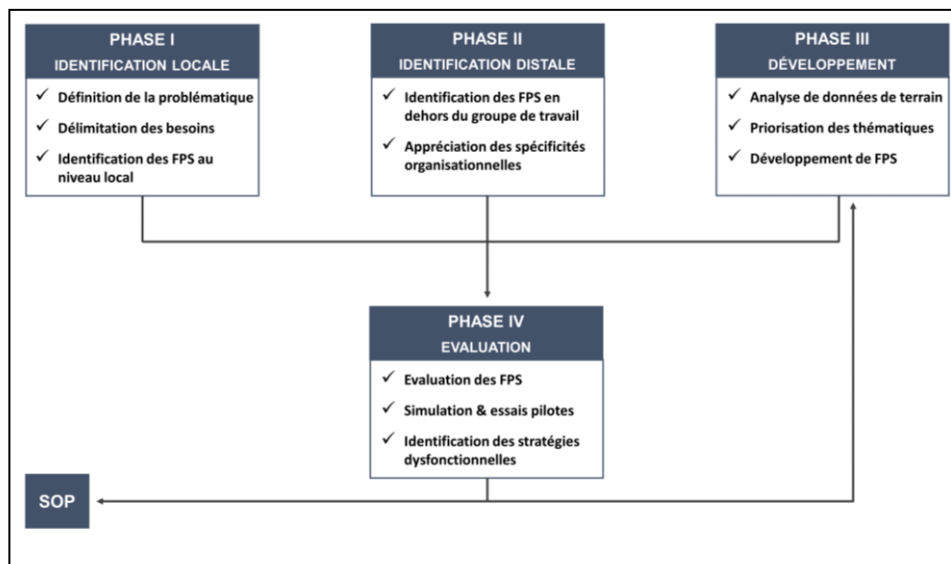


Figure 9. La méthodologie d'intégration des FPS aux procédures formelles. Méthodologie en quatre phases permettant l'identification, l'évaluation, le développement et l'intégration des FPS aux procédures formelles de gestion du risque. SOP : « Standard Operations Procedures » (Adapté de Dawson et al., 2012).

La première phase vise à identifier les FPS actuellement déployées au niveau local. Pour ce faire, les auteurs suggèrent de composer un premier groupe de réflexion autour de la fatigue au travail. Au cours de ces discussions préliminaires, il sera question de développer une définition claire, opérationnelle et contextualisée du *proofing*, et d'identifier les besoins en matière de formation ou de sensibilisation à la problématique de la fatigue au travail. Cette première approche exploratoire permet de délimiter l'objet d'étude ainsi que les axes d'interventions prioritaires. Ensuite, un second round de discussions supporte l'identification des FPS informelles mobilisées par les acteurs de terrain (e.g. entretien, focus

group). L'objectif est de collecter un maximum d'informations sur la façon dont la fatigue est gérée dans les opérations quotidiennes. Les discussions sont centrées autour d'une sélection de questions préalablement préparées et les participants sont encouragés à illustrer leurs propos par des événements spécifiques dont ils ont été acteurs ou spectateurs. Les discussions sont susceptibles de mettre en lumière des stratégies potentiellement dysfonctionnelles. Dans ce cas, des contremesures adaptées peuvent être déployées de façon prioritaire afin de prévenir tout risque d'incident. Au terme de cette première phase, l'organisation dispose d'un premier référentiel des FPS mobilisées au niveau local.

La seconde phase vise à étendre l'identification des FPS en dehors du cadre de l'organisation. Les techniques précédemment détaillées sont appliquées à d'autres groupes de travailleurs évoluant dans un contexte organisationnel relativement similaire. A ce stade, il est utile d'intégrer un expert métier et de consulter les cadres dirigeants en complément des discussions avec le personnel de première ligne. Leurs contributions permettent d'identifier les spécificités organisationnelles susceptibles de jouer un rôle dans la transposition des FPS à un nouvel environnement de travail.

La troisième phase vise à développer de nouvelles stratégies au départ de données de terrain. La consultation de bases de données relatives aux incidents vient compléter les techniques qualitatives des deux premières phases afin d'identifier les erreurs les plus fréquentes. Ces dernières sont ensuite regroupées en thématiques et classées par ordre de priorité. Les thématiques jugées prioritaires sont sujettes à un examen approfondi au cours duquel plusieurs contre-mesures sont proposées. Ces discussions impliquent des représentants de chaque catégorie du personnel de façon à retracer la trajectoire de l'incident au travers des

différents niveaux de défense. Les informations générées serviront de support au développement de nouvelles FPS qui augmenteront le référentiel constitué lors des phases précédentes.

La dernière phase vise à déterminer l'efficacité des FPS issues des trois précédentes. Les FPS sont transposées sous forme de procédures « candidates » et sujettes à l'évaluation. Seules les stratégies dont les résultats reposent sur de solides preuves empiriques seront intégrées de façon définitive aux procédures formelles de gestion du risque. Cette dernière phase est également l'occasion d'identifier les éventuelles barrières ou facilitateurs à l'implémentation des FPS au niveau local. Dawson et collaborateurs (2012) suggèrent deux approches dans l'évaluation de ces stratégies : la simulation et l'essai pilote. Les études sur simulateur permettent la mise en scène de scénarios à risque qu'il serait difficile d'observer en situation naturelle de travail. Le haut degré de contrôle sur les conditions expérimentales facilite le processus d'évaluation et de comparaison des FPS. En revanche, comme nous l'avons précédemment exposé, les études sur simulateur souffrent de certains écueils qui peuvent rendre difficile la généralisation des résultats. L'essai pilote, quant à lui, présente l'avantage d'être moins sujet aux problèmes de validité écologique au détriment d'un contrôle moins important sur les conditions expérimentales. Idéalement, il se présente sous la forme d'une étude longitudinale randomisée par grappes. Les grappes de travailleurs sont allouées de façon aléatoire au groupe expérimental (i.e. intégration des FPS aux procédures formelles) ou au groupe contrôle (i.e. procédures standards). La performance des deux groupes est ensuite comparée sur base de variables de sécurité (e.g. fréquence des erreurs ou incidents). La principale limite de cette approche réside dans la difficulté à contrôler le degré d'exposition au risque. En

effet, de nombreux facteurs contextuels sont susceptibles d'influencer la performance d'un opérateur, ce qui complique le processus de comparaison. Au terme de la phase d'évaluation, un dernier round de consultations collectives peut être organisé afin de discuter de potentielles optimisations pour les stratégies jugées inadéquates. Une nouvelle phase d'évaluation peut alors débiter jusqu'à ce que les FPS satisfassent aux standards de qualité.

En résumé, la méthodologie proposée par Dawson et collaborateurs (2012) permet l'identification, le développement et l'évaluation des FPS en vue de leur intégration aux procédures formelles de gestion du risque. La combinaison de techniques qualitatives et quantitatives renforce considérablement la validité interne du processus et permet ainsi de générer des preuves solides quant aux résultats escomptés. Dans une perspective de recherche, le modèle de Dawson et McCulloch (2005) est susceptible de fournir une explication plus satisfaisante des liens manifestement complexes entre fatigue et performance médicale. En outre, la méthodologie proposée offre un cadre d'analyse des mécanismes de résilience à l'œuvre dans la régulation du risque associé à la fatigue. Or, à ce jour, très peu d'attention a été accordée à l'étude des FPS en tant que potentiel modérateur de la relation entre fatigue et performance en contexte médical. Les rares études sur la question se sont cantonnées à l'identification des FPS au niveau local (Ferguson et al., 2013 ; Stoller et al., 2005). De plus amples recherches sont nécessaires afin d'évaluer leur impact sur la sécurité du système (Phillips, 2017).

2.2.3. Les limites de l'approche FRMS

Dans un contexte de recherche appliquée, la méthodologie avancée par Dawson et collaborateurs (2012) s'avère particulièrement pertinente. Elle propose les outils nécessaires à l'identification et au développement de procédures candidates, orientées vers l'optimisation du système de gestion du risque. De plus, sa portée évaluative permet d'étayer l'implémentation des procédures sélectionnées au départ de solides preuves empiriques. En réalité, l'évaluation porte sur la transposition d'initiatives individuelles en procédures formelles de gestion du risque. Ainsi, ce ne sont pas les stratégies elles-mêmes qui sont mises à l'épreuve, mais différentes « moutures » résultant de tentatives de formalisation. Ce processus implique certains ajustements afin que les procédures candidates soient compatibles avec les standards de l'organisation. Bien qu'une telle démarche soit légitime d'un point de vue organisationnel, elle ne permet pas d'évaluer l'efficacité des stratégies informelles en tant que telles.

Le concept de *proofing* n'est pas sans rappeler celui de coping, défini comme un « effort déployé pour gérer les demandes associées à un événement stressant » (Taylor & Stanton, 2007). Depuis les travaux de Lazarus et Folkman (1984), il est clairement établi que le coping est un processus transactionnel dont l'efficacité est déterminée par des facteurs individuels. C'est dans ce sens qu'il n'existe pas de stratégies foncièrement adaptées ou inadaptées mais bien des styles de coping propres à chaque individu. De la même manière, l'efficacité des stratégies informelles de gestion du risque est susceptible de varier d'un travailleur à l'autre. Dans la mesure où il s'agit d'initiatives personnelles se développant de façon spontanée, il est possible qu'elles ne soient pas adaptées à tous. A l'instar du coping, le *proofing* doit être considéré comme un processus

d'adaptation dont les modalités d'action diffèrent d'un individu à l'autre. Il est dès lors primordial d'en évaluer l'efficacité de façon individualisée plutôt qu'à travers une implémentation indifférenciée au niveau du groupe de travailleurs.

L'efficacité d'un système de gestion du risque ne dépend pas uniquement de l'efficacité des stratégies retenues mais présuppose également que les opérateurs soient capables d'apprécier leur propre niveau de fatigue. En effet, la perception du risque est un précurseur indispensable à la mobilisation de stratégies compensatoires (Fairclough and Graham, 1999). Seule une auto-évaluation fidèle garantit que les FPS seront mobilisées lorsqu'elles sont effectivement nécessaires. Au-delà du développement de stratégies efficaces, il est primordial d'évaluer la capacité des opérateurs à identifier les situations où le déploiement de ces stratégies est requis. Bien que Dawson et collaborateurs (2012) insistent sur l'importance de l'auto-évaluation de la fatigue au travail, cet aspect n'est pas représenté dans l'approche évaluative qu'ils proposent. Dans ce contexte, il peut être hasardeux de déterminer si l'inefficacité d'une stratégie est due à ses propriétés intrinsèques ou à un défaut de mobilisation.

En dernier lieu, le modèle FRMS ne permet pas de rendre compte des éventuels coûts psychologiques associés à la mobilisation récurrente de stratégies compensatoires. Or, nos résultats préliminaires suggèrent que de tels ajustements ne sont pas sans conséquences pour l'individu (Nyssen & Bérastégui, 2017). Nous abordons cette problématique plus en détail à travers le cadre d'analyse cognitivo-énergétique proposé par

Hockey (1997).

Résumé

- ❖ Traditionnellement, la gestion du risque associé à la fatigue repose sur la mise en conformité avec les normes de temps de travail. Toutefois, le double mouvement d'intensification et de flexibilisation des horaires de travail a stimulé l'émergence de nouvelles approches de gestion du risque.
- ❖ Ces approches holistiques se basent sur la notion de « trajectoire du risque » selon laquelle l'incident est le résultat du franchissement de niveaux de défense successifs. La gestion du risque repose sur l'identification précoce des dangers et le déploiement de contre-mesures adaptées.
- ❖ Dawson & McCulloch sont les premiers à transposer cette approche à la problématique de la fatigue au travail. Ils distinguent deux types de contre-mesures agissant sur différents segments de la trajectoire du risque.
- ❖ Les FRS visent à réduire la probabilité qu'un opérateur fatigué soit présent sur le lieu de travail. Elles sont typiquement déployées à travers les approches prescriptives de limitation du temps de travail.
- ❖ Les FPS visent à réduire la probabilité qu'un opérateur fatigué commette une erreur sur le lieu de travail. Elles se développent typiquement de façon informelle dans les secteurs où il n'est pas souhaité ou souhaitable de réduire le temps de travail.
- ❖ Le modèle de Dawson & McCulloch ne permet pas de rendre compte des éventuels coûts associés à la mobilisation récurrente de stratégies informelles de gestion du risque.

6

L'hypothèse cognitivo-énergétique

Sommaire

1. Le modèle de Hockey	131
2. Le syndrome du burnout.....	133
2.1. Fatigue et burnout	134
2.2. Les dimensions du burnout.....	136
2.3. Les facteurs de risque.....	139
2.4. Les conséquences du burnout.....	141
2.4.1. Au niveau systémique.....	141
2.4.2. Au niveau interindividuel	142
2.4.3. Au niveau intra-individuel.....	143
3. Implications théoriques	144

Abstract. Le sixième chapitre s'interroge sur le coût psychologique associé à l'utilisation récurrente de stratégies informelles de gestion du risque. Pour étayer cette hypothèse, nous présentons le modèle cognitivo-énergétique de Hockey conçu pour rendre compte des variations de performance en situation de demandes élevées. Nous introduisons ensuite le syndrome du burnout dont la symptomatologie renvoie aux conséquences psychologiques des mécanismes compensatoires impliqués dans la régulation de la performance. Nous concluons ce dernier chapitre par une synthèse des implications théoriques au regard de notre thématique de recherche.

1. Le modèle de Hockey

L'idée même qu'il existe des mécanismes compensatoires impliqués dans la performance à la tâche n'est pas nouvelle. En 1997, Hockey propose un modèle cognitivo-énergétique pour rendre compte des variations de performance observées en situation de stress, de fatigue ou d'autres conditions affectant le fonctionnement cognitif.

L'hypothèse cognitivo-énergétique repose sur trois principes fondamentaux :

- (1) les comportements sont orientés vers des objectifs ;
- (2) l'atteinte des objectifs implique des processus d'autorégulation ;
- (3) l'autorégulation a un coût énergétique pour l'individu.

Selon le modèle de Hockey, l'autorégulation opère à deux niveaux distincts (Figure 10). Chacun d'entre eux peut être conceptualisé comme une boucle de rétroaction permettant un ajustement dynamique de la performance en fonction des objectifs poursuivis.

La boucle inférieure intervient lors de l'exécution de tâches familières et en l'absence de contraintes significatives. Les demandes liées à la tâche sont faibles et relèvent d'une certaine stabilité. A ce stade, l'atteinte des objectifs requiert peu de ressources énergétiques et la performance délivrée par l'individu est régulée de façon automatique (e.g. moniteur action). Cette boucle est monitorée en continu par une instance dont le rôle est de détecter les fluctuations significatives de l'effort déployé par l'individu (e.g. moniteur effort). Lorsque la charge de travail excède les capacités de la boucle inférieure, la régulation de la performance est transférée à une seconde boucle.

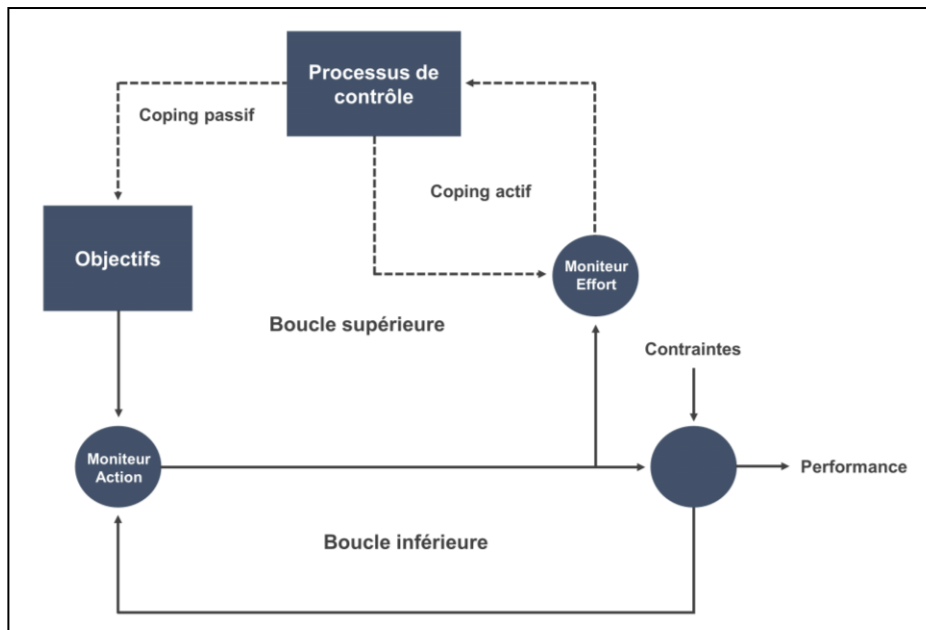


Figure 10. L'hypothèse cognitivo-énergétique. Représentation des deux boucles de rétroaction assurant l'ajustement dynamique de la performance (Adapté de Hockey et al., 1997).

Dans la boucle supérieure, la performance est régulée par un processus de contrôle qui agit à la fois sur l'allocation des ressources et la définition des objectifs. En situation de fortes demandes, la performance peut être maintenue par le biais de deux mécanismes distincts et indépendants. Le premier permet de maintenir une performance stable au détriment d'une augmentation de l'effort perçu (e.g. coping actif). Bien qu'il soit adaptatif sur le court terme, ce mécanisme compensatoire est susceptible d'entraîner un épuisement des ressources dans des situations prolongées de demandes élevées. En effet, les efforts supplémentaires déployés pour y faire face ont un coût pour l'individu. Celui-ci se traduit par des manifestations à la fois physiologiques (e.g. augmentation du rythme cardiaque, sécrétion d'adrénaline) et psychologiques (e.g. irritabilité, épuisement émotionnel). Le second mécanisme, quant à lui,

implique un ajustement à la baisse des objectifs de performance (e.g. coping passif). Cette stratégie alternative permet de préserver le capital ressources de l'individu au détriment d'une détérioration de la performance à la tâche. Celle-ci se traduit par une diminution de la précision, de la vitesse d'exécution ou par une négligence des tâches secondaires. Dans les cas les plus extrêmes, la préservation des ressources peut entraîner un désengagement complet vis-à-vis des objectifs de la tâche. Selon Hockey (1997), le coping passif succède au coping actif lorsque l'épuisement des ressources individuelles ne permet plus de faire face aux demandes liées à la tâche.

A travers ce modèle, Hockey montre que les mécanismes compensatoires impliqués dans la régulation de la performance ont un coût pour l'individu. L'hypothèse cognitivo-énergétique a stimulé de nombreux travaux sur les conséquences des situations prolongées de demandes élevées. Plus particulièrement, le modèle de Hockey permet de rendre compte du phénomène d'épuisement psychologique typiquement observé chez les travailleurs en surmenage (Schaufeli & Bakker, 2004).

2. Le syndrome du burnout

Le « burnout » a été conceptualisé pour la première fois en 1975 par le psychiatre américain Herbert Freudenberger pour rendre compte d'un phénomène particulier touchant ses collègues bénévoles. A l'époque, ce spécialiste exerce dans une « free clinic » new-yorkaise venant en aide aux toxicomanes. Il travaille aux côtés de jeunes volontaires idéalistes, enthousiastes à l'idée de s'impliquer dans la vie associative new-yorkaise. Freudenberger remarque qu'en l'espace d'une année de travail, un grand nombre de bénévoles présentent le même ensemble de symptômes : une fatigue excessive, des troubles du sommeil et des maux de tête. De plus,

le psychiatre constate que l'idéalisme caractérisant ces jeunes volontaires s'efface progressivement et laisse place à une attitude cynique, une irritabilité accrue et des signes avant-coureurs de dépression. Sur le plan professionnel, ces symptômes se traduisent par des comportements d'évitement face aux patients toxicomanes. Freudenberger est frappé par les similarités qu'il perçoit entre le mal qui touche ses assistants et la symptomatologie associée à la toxicomanie chronique. Il décide ainsi de lui donner le même nom que celui qui était utilisé pour décrire ceux qu'il estime « vaincus par l'usage trop intense de drogues dures » : burnout. En 1976, Christina Maslach observe la même conjonction de symptômes chez une population d'avocats commis d'office, qu'elle définit comme un état « d'épuisement mental et physique des personnes dont le travail nécessite un contact permanent avec autrui ». Les recherches se sont progressivement étendues à des professions où les contacts humains sont moins prédominants. Aujourd'hui, on considère que ce ne sont pas tant les stressors liés aux interactions sociales mais bien les stressors d'ordre général liés au travail qui jouent un rôle déterminant dans l'émergence du burnout (Schaufeli & Enzmann, 1998).

2.1. Burnout et fatigue chronique

Bien que la fatigue chronique et le burnout soient deux concepts qui se recoupent, il s'agit bel et bien de deux états distincts pouvant survenir de façon conjointe ou indépendante (Leone et al., 2007). Ces deux états peuvent être différenciés sur base de facteurs liés au travail ou à la santé.

Le burnout est un syndrome directement associé au vécu professionnel alors que la fatigue chronique est une condition générale dont les causes peuvent être variées (Schaufeli & Taris, 2005). Elle peut se présenter sous la forme d'un symptôme sous-jacent à une pathologie

principale (e.g. fibromyalgie) ou survenir de façon tout à fait indépendante (Sharpe & Wilks, 2002). En réalité, la majorité des cas de fatigue chronique sont inexplicables d'un point de vue strictement médical (Swain, 2000). Le burnout, en revanche, se présente toujours sous la forme d'un syndrome indépendant dont les causes sont nécessairement associées au travail. Il n'est pas reconnu comme une pathologie médicale mais comme la conséquence d'un état de stress lié au travail.

Plus largement, le burnout est conceptualisé comme un processus en réaction aux exigences imposées par le travail. Dans certains cas, ces exigences se traduisent par une charge de travail excessive et des horaires intensifs qui laissent subsister un état de fatigue associé aux activités réalisées la veille. Ainsi, Sonnenschein et collaborateurs (2007) démontrent que les troubles du sommeil sont des signes avant-coureurs de burnout chez les travailleurs postés, et que le maintien d'une mauvaise hygiène du sommeil entrave le processus de récupération. Mais dans d'autres cas, la fatigue chronique n'y est pas centrale et le syndrome trouve son origine dans d'autres aspects du travail. Une large étude menée auprès de 12140 travailleurs montre que 37% des cas de burnout n'impliquent pas de fatigue chronique (Leone et collaborateurs, 2007). Cette dernière doit donc être considérée comme un des nombreux facteurs de risque de burnout.

La fatigue chronique se caractérise par un épuisement persistant et généralisé dont les symptômes sont relativement stables dans le temps. Au contraire, la fatigue dont il est question dans le burnout est avant tout émotionnelle et se traduit par le sentiment d'être « vidé » et dépassé par les événements. Par effet de contamination, la fatigue émotionnelle est susceptible d'influencer les aspects physiques et cognitifs liés à la performance. Par ailleurs, le burnout est un processus évolutif composé

de différents stages qui se succèdent (Schaufeli & Taris, 2005). L'épuisement émotionnel est ainsi associé à deux dimensions supplémentaires : la dépersonnalisation et la diminution de l'accomplissement personnel. Ces dimensions sont absentes de la symptomatologie associée à la fatigue chronique et font donc du burnout un syndrome à part entière.

2.2. Les dimensions du burnout

Le syndrome du burnout est caractérisé par trois dimensions : l'épuisement émotionnel, la dépersonnalisation et la diminution de l'accomplissement personnel.

L'épuisement émotionnel est lié au rapport au travail qui est vécu comme difficile et stressant. Il s'agit de la dimension la plus centrale du burnout et également celle qui intervient en premier lieu. L'exposition continue à des conditions de travail exigeantes entraîne un épuisement graduel des ressources de l'individu. Le travailleur éprouve de plus en plus de difficultés à dégager l'énergie nécessaire pour faire face aux exigences du travail. À terme, le travailleur a le sentiment d'être émotionnellement « vidé » par son travail. Les temps de repos habituels ne suffisent pas à soulager cette forme d'épuisement qui devient alors chronique. D'après Maslach & Jackson (1981), le burnout ne peut se résumer à cette seule dimension qui, si elle est nécessaire, n'est cependant pas suffisante à la définition du syndrome.

La dépersonnalisation ou « déshumanisation » se traduit par une attitude négative et détachée vis-à-vis du travail. L'individu se désengage progressivement de son travail et de la structure dans laquelle il évolue. Cette seconde dimension correspond en quelque sorte à un mouvement d'auto-préservation face aux exigences du travail auxquelles la personne

ne peut plus faire face. Le désengagement vis-à-vis du travail s'accompagne de comportements d'évitement. Le travailleur érige une barrière entre lui et les autres (e.g. collègues, superviseurs, patients) par le biais d'une « déshumanisation » des échanges. Ce mouvement conduit à développer des conceptions péjoratives et cyniques sur les personnes pour qui ou avec qui il est censé travailler. Bien souvent, l'individu se défend en attribuant une forme de responsabilité au destinataire de l'activité. Ainsi, l'enseignant rejettera la faute sur l'étudiant qui ne veut pas apprendre, et le manager au subordonné qui ne veut pas obtempérer.

Dans sa troisième dimension, le burnout se manifeste par une diminution de l'accomplissement personnel. Le travailleur a le sentiment d'être inefficace dans son travail et de ne pas être à la hauteur des exigences du poste qu'il occupe. En découle un processus de dévalorisation de soi et de ses propres compétences. Cette dernière dimension fait l'objet de controverses, certains auteurs considérant qu'il s'agit plutôt d'un trait de personnalité qui n'a pas lieu d'être intégré dans la définition du syndrome (INRS, 2015). Cette hypothèse se voit confortée par de nombreuses études démontrant que les deux premières dimensions entretiennent de très fortes corrélations alors que l'accomplissement personnel est un concept plus indépendant (Lourel et al., 2007 ; Demerouti et al., 2001 ; Maslach et al., 2001).

L'instrument le plus utilisé pour évaluer les trois dimensions du syndrome du burnout est le Maslach Burnout Inventory (Annexe C). Initialement, le MBI se présente sous une forme unique destinée à l'ensemble des travailleurs évoluant dans les secteurs de l'aide aux personnes (e.g. travailleurs sociaux, personnel soignant, enseignants). Par la suite, plusieurs versions ont été développées de façon à proposer une évaluation des trois dimensions du MBI dans des termes spécifiques

à la profession. On distingue ainsi les versions HSS (i.e. Human Service Survey), HSS-MP (i.e. Human Service Survey for Medical Personnel), ES (i.e. Educational Survey). A ces moutures contextualisées se rajoutent deux versions génériques qui peuvent s'appliquer à d'autres secteurs (i.e. General Survey) et aux étudiants (i.e. General Survey for Students).

Selon Maslach & Jackson (1981), les trois dimensions du burnout peuvent être modélisées comme des étapes successives (Figure 11). Dans un premier temps, la confrontation prolongée aux exigences du travail entraîne un épuisement des ressources individuelles (i.e. épuisement émotionnel). En réponse à ce déséquilibre, l'opérateur développe des stratégies pathogènes d'évitement (i.e. dépersonnalisation) qui aboutissent, à terme, à un sentiment d'inefficacité et d'inutilité au travail (i.e. accomplissement professionnel). Dans les cas les plus extrêmes, le travailleur se trouve dans un état physique et psychique tel qu'il lui est impossible de poursuivre son activité. Ce qui peut être vécu comme une rupture ou un effondrement soudain est en réalité l'aboutissement d'un processus latent que les signes avant-coureurs pouvaient laisser présager.

Même si le modèle de Hockey n'a pas été conçu pour expliquer le burnout, force est de constater qu'on y retrouve les trois dimensions décrites par Maslach & Jackson (1981). En outre, le processus de formation du burnout peut être décrit de façon cohérente à travers ce modèle (Schaufeli & Bakker, 2004). L'épuisement émotionnel peut être conceptualisé comme la conséquence de l'augmentation de l'effort pour répondre aux exigences du travail. Le coping passif, quant à lui, correspond au processus subséquent de désengagement lorsque les ressources ne sont plus suffisantes pour faire face à la pression du travail. Enfin, la diminution de l'accomplissement personnel est le résultat du processus de réévaluation à la baisse des objectifs de performance. Ainsi,

l'épuisement émotionnel s'apparente au processus de coping actif alors que la dépersonnalisation renvoie au coping passif décrit par Hockey (1997). Ce parallèle est cohérent avec les nombreuses études démontrant que les dimensions du burnout peuvent être modélisées comme des étapes successives (Maslach & Leiter, 2016 ; Toppinen-Tanner et al., 2002 ; Bakker et al., 2000; Lee & Ashforth, 1993).

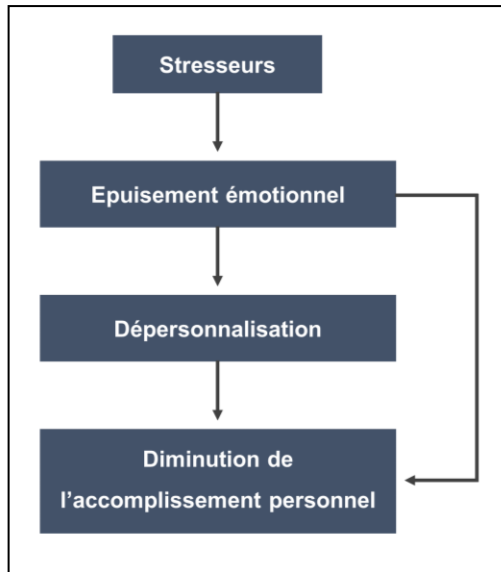


Figure 11. Le modèle tridimensionnel du burnout. L'exposition prolongée à des stressseurs liés à l'environnement de travail se traduit par un épuisement des ressources de l'individu qui, à son tour, entraîne une déshumanisation des rapports sociaux et une diminution du sentiment d'accomplissement personnel (Adapté de Maslach & Jackson, 1981).

2.3. Les facteurs de risque

Le syndrome du burnout provient de la rencontre entre un individu et une situation de travail dégradée. Il peut s'expliquer à la fois par des caractéristiques liées à l'individu et au travail.

Parmi les facteurs de risque individuels figurent la consommation de stupéfiants et l'abus d'alcool ou de médicaments (Thirioux et al., 2016).

Les hommes sont plus souvent touchés, ainsi que les travailleurs disposant de peu d'expérience professionnelle (Wu et al., 2014 ; Tekindal et al., 2012). Certains traits de personnalité sont associés à une augmentation de la prévalence de burnout alors que d'autres agissent en tant que facteurs protecteurs (Shin et al., 2014). Par exemple, le neuroticisme (e.g. tendance persistante à l'expérience d'émotions négatives) est associé à une exagération de la sévérité des problèmes rencontrés et au développement de stratégies d'évitement (Zellars et al., 2000). Les individus extravertis ou ouverts d'esprit, au contraire, sont davantage enclins à développer des stratégies axées sur la résolution du problème. Ils considèrent la contrainte comme un challenge, une opportunité de valoriser leurs compétences et de se développer professionnellement (Cañadas-De la Fuente et al., 2015). Le perfectionnisme et la compétitivité sont considérés comme des facteurs favorisant l'apparition du burnout (Thirioux et al., 2016).

Du côté des facteurs de risque contextuels, on retrouve notamment le style de leadership (e.g. manque d'équité ou d'autonomie) et la charge émotionnelle liée au travail (e.g. confrontation à la souffrance). Les professions où les relations avec le public peuvent s'avérer émotionnellement exigeantes (e.g. détresse, mécontentement, violence verbale) et qui sont marquées par un manque de reconnaissance (e.g. qualité du travail, efforts déployés) sont particulièrement à risque. La littérature indique que la dissonance émotionnelle (e.g. sourire à un client suscitant un certain énervement) est un facteur de burnout (Dagot & Perié, 2014). L'intensité et la complexité du travail sont également des critères de premier plan. Les contextes à risque se traduisent notamment par des délais et objectifs irréalistes ou mal définis, des interruptions fréquentes, une quantité de travail et des horaires excessifs (INRS, 2015). Il a été démontré que le travail posté est associé à une augmentation de

la prévalence de burnout, en particulier lorsque les équipes sont alternantes (Ferri et al., 2016). Enfin, les activités professionnelles caractérisées par un manque de contrôle, de l'incertitude et une forte pression temporelle sont également à risque (Berger, 2013).

Les soignants, et plus spécifiquement ceux qui gèrent des pathologies aiguës sous une forte contrainte temporelle, sont particulièrement exposés au risque de burnout (Belkhouja et al. 2011 ; Nyssen et al., 2003). La médecine d'urgence est la spécialité où l'on retrouve le plus haut taux de burnout, avec une prévalence avoisinant les 65% (Shanafelt et al., 2012). Il est estimé que les médecins urgentistes sont trois fois plus à risque que les autres spécialistes (Berger, 2013). L'intensification des horaires, la confrontation à la souffrance, la gestion de la détresse psychologique, l'incertitude, la dissonance émotionnelle et le manque de reconnaissance pour le travail accompli sont autant de facteurs qui en font un environnement particulièrement à risque. Les médecins les plus investis dans leur travail et privilégiant une approche centrée sur le vécu du patient sont particulièrement vulnérables si leurs efforts se voient contrariés par un système dysfonctionnel (Shanafelt et al., 2015).

2.4. Les conséquences du burnout

Les conséquences du burnout peuvent être classées selon trois niveaux d'analyse : systémique, interindividuel et intra-individuel.

2.4.1. *Au niveau systémique*

Le syndrome du burnout peut être le signe d'un dysfonctionnement du système de travail (Olson, 2017). Sinsky et collaborateurs (2017) montrent que le burnout est le facteur qui

prédomine dans le désir des médecins de mettre fin à leur carrière ou de réduire leur activité. Il a été démontré que le syndrome du burnout double le risque de quitter la profession (Estryn-Behar & al., 2011). Le burnout est également lié à une augmentation de l'absentéisme et des arrêts pour cause de maladie (Schaufeli et al., 2009 ; Borritz et al., 2006). Le turnover représente un coût considérable pour le système de soins de santé, de par la perte de productivité et les frais de recrutement, de formation ou de relocalisation liés à l'emploi (Misra-Herbert et al., 2004 ; Demmy et al., 2002). Selon les études et les paramètres retenus, ce coût est estimé entre 250.000\$ et 1.000.000\$ par médecin (Olson, 2017 ; Misra-Hebert et al., 2004 ; Buchbinder et al., 1999 ; Scott, 1998 ; Berger & Boyle, 1992). La Canadian Medical Association a conduit une étude similaire auprès de 70.000 médecins et démontre que les frais directement liés au burnout s'élèvent à 213 millions de dollars (Dewa et al., 2014). Par voie de conséquence, le turnover a un effet délétère sur l'accès et la continuité des soins de santé, ainsi que sur la satisfaction des patients (Olson, 2017). Enfin, un médecin en burnout est susceptible d'être moins efficace dès lors qu'il est enclin à réduire sa cadence de travail, à éluder les tâches administratives et à se désengager des initiatives organisationnelles (Werner et al., 2002).

2.4.2. Au niveau interindividuel

Le travail d'équipe est une ressource particulièrement importante en contexte médical (Olson, 2017 ; Nyssen, 2007). Elle permet à l'hôpital de délivrer des soins qui sont à la fois efficaces, sécuritaires, ponctuels, équitables et centrés sur le patient (Baker et al., 2006). Il a été démontré que le burnout a un effet délétère sur la qualité du travail d'équipe (Mijakoski et al., 2018). Les médecins émotionnellement épuisés sont moins enclins à s'engager dans des relations interpersonnelles positives

(Welp et al., 2016). Cet effet est susceptible d'amorcer un cercle vicieux : la prépondérance d'interactions négatives au travail entraîne une détérioration de la qualité des soins, et vice-versa. On note une augmentation des conflits au travail (Bowers et al., 2010) et un désinvestissement des relations entre collègues (Quinn-Lee et al., 2014). Dans le même temps, le travail d'équipe peut agir comme un facteur de protection dans le développement de l'épuisement émotionnel, de la dépersonnalisation et de la diminution de l'accomplissement personnel (Schaufeli & Bakker, 2004). Plus précisément, il a été démontré que la qualité du travail d'équipe mitige la relation entre les exigences du travail et le développement du burnout (Mijakoski et al., 2015). Enfin, le phénomène de turnover associé au syndrome est susceptible de potentialiser le burnout chez les médecins toujours en activité en raison d'une augmentation de la charge de travail (Olson, 2017).

2.4.3. Au niveau intra-individuel

Le syndrome du burnout a des conséquences importantes sur la santé et le bien-être des travailleurs. Il est associé à une augmentation de la prévalence des maladies cardiovasculaires (Toker et al., 2012 ; Appels & Schouten, 1991), des troubles musculo-squelettiques (Armon et al., 2010 ; Melamed, 2009), des problèmes gastro-intestinaux, des troubles respiratoires (Kim & Kao, 2011) et des troubles du métabolisme énergétique (Kitaoka et al., 2009). De même, on observe des changements dans l'expérience de la douleur, des maux de tête, une augmentation des taux de blessures graves et de mortalité en dessous de 45 ans (Salvagioni et al., 2017). Du côté des conséquences psychologiques, les individus concernés font état d'insomnies, de symptômes dépressifs et d'autres troubles mentaux (Ahola et al., 2014 ; Toppinen-Tanner et al., 2009 ; Armon et al., 2008). Le burnout est également associé à la consommation

de psychotropes et d'antidépresseurs (Leiter et al., 2013). Enfin, le burnout est lié à une diminution de la satisfaction professionnelle (Lizano & Barak, 2015 ; Figueiredo et al., 2012), à des difficultés à concilier vie privée et vie professionnelle (Tahar, 2014) ainsi qu'à l'apparition d'idées suicidaires (Schanafelt & Noseworthy, 2017).

3. Implications théoriques

La modélisation cognitivo-énergétique et la littérature traitant du burnout nous renseignent sur les conséquences des mécanismes compensatoires à l'œuvre dans la régulation de la performance. Ainsi, l'efficacité des stratégies de gestion du risque associé à la fatigue ne doit pas uniquement être évaluée sur base d'indicateurs de performance, mais également au regard des coûts qu'elle représente pour l'individu. A ce titre, on peut s'interroger sur la nature des FPS au regard de la distinction entre coping actif et passif proposée par Hockey.

Selon Dawson et collaborateurs (2012), les FPS visent à réduire la probabilité qu'un opérateur fatigué commette une erreur sur le lieu de travail. Lorsqu'elles sont informelles, il s'agit d'initiatives personnelles dont l'objectif est de maintenir un certain standard de performance en dépit des altérations associées à la fatigue. Elles s'apparentent donc à un mode de coping axé sur le recrutement de ressources supplémentaires (e.g. coping actif) plutôt qu'à un ajustement à la baisse des objectifs de performance (e.g. coping passif). En conséquence, l'utilisation récurrente de FPS est susceptible d'entraîner un épuisement progressif des ressources de l'individu. Conformément à la littérature traitant du burnout, ce processus est susceptible de précipiter des comportements d'évitement (e.g. dépersonnalisation) et une dévalorisation de soi et de ses propres compétences (e.g. diminution de l'accomplissement personnel).

Les FRS, en revanche, visent à réduire la probabilité qu'un opérateur fatigué soit présent sur le lieu de travail (Dawson et al., 2012). Bien que les FRS soient typiquement déployées à travers les approches prescriptives de limitation du temps de travail, il est plausible qu'elles se développent également sous la forme d'initiatives individuelles. Dans ce contexte, les FRS visent à restaurer le capital de ressources de l'individu et à alléger le « fardeau » que représente la fatigue au travail. Elles sont donc susceptibles d'avoir des vertus réparatrices d'un point de vue psychologique.

À ce jour, aucune étude n'a évalué le coût psychologique associé à l'utilisation de ces deux types de stratégies. La seconde partie de cet ouvrage propose une méthodologie permettant d'identifier, de quantifier et d'évaluer ces stratégies sous le double prisme de l'efficacité opérationnelle et du bien-être des travailleurs.

Résumé

- ❖ Selon l'hypothèse cognitivo-énergétique, la performance peut être maintenue en situation de fortes demandes par le biais de deux mécanismes distincts et indépendants : le coping passif et le coping actif.
- ❖ Le coping passif permet de préserver le capital ressources de l'individu au détriment d'une détérioration de performance à la tâche. Dans les cas les plus extrêmes, la préservation des ressources peut entraîner un désengagement complet vis-à-vis des objectifs de la tâche.

- ❖ Le coping actif permet de maintenir une performance stable au détriment d'une augmentation de l'effort perçu, susceptible de mener à un épuisement des ressources de l'individu. Ce mécanisme permet de rendre compte du syndrome du burnout typiquement observé chez les travailleurs en surmenage.
- ❖ Le burnout se développe en réaction à l'exposition prolongée à des stressors liés à l'environnement de travail. Il se manifeste par un épuisement émotionnel qui, à son tour, entraîne une déshumanisation des rapports sociaux et une diminution du sentiment d'accomplissement personnel.
- ❖ Les FPS s'apparentent à un mode de coping actif axé sur le recrutement de ressources supplémentaires. En conséquence, l'utilisation récurrente de FPS est susceptible d'entraîner un épuisement progressif des ressources de l'individu.
- ❖ Les FRS visent à restaurer le capital de ressources de l'individu et à alléger le « fardeau » que représente la fatigue au travail. Elles sont donc susceptibles d'avoir des vertus réparatrices d'un point de vue psychologique.
- ❖ A ce jour, aucune étude n'a évalué le coût psychologique associé à l'utilisation de ces deux types de stratégie.

Méthode et hypothèses

1. Objectifs

La fatigue au travail est devenue une problématique centrale en médecine d'urgence en raison du déséquilibre croissant entre l'offre et la demande en soins de santé. La littérature expérimentale s'accorde à reconnaître que la fatigue entraîne une diminution des performances physiques et cognitives. En revanche, les résultats sont plus équivoques en ce qui concerne son impact sur la qualité des soins. Certains auteurs suggèrent que l'absence de relation claire et systématique entre fatigue et performance médicale trouverait son origine dans l'existence de mécanismes de résilience visant à réduire ou à mitiger le risque associé à la fatigue (Sade, 2015 ; Czeisler, 2009 ; Samkoff & Jacques, 1991 ; Levinsky, 1988). Ces mécanismes se développeraient notamment sous la forme de stratégies informelles et se transmettraient ensuite à travers des pratiques de mentorat non documentées. (Dawson et al., 2012). A ce jour, très peu d'attention a été accordée à l'étude de ces stratégies et il n'existe pas d'éléments empiriques permettant de juger de leur efficacité. L'absence de recherches sur le sujet est en partie due aux difficultés méthodologiques soulevées par l'étude de la fatigue en contexte médical d'une part et, d'autre part, par l'évaluation des stratégies informelles de gestion du risque. Malgré certaines avancées dans ces deux domaines, il n'existe à ce jour aucun protocole permettant d'évaluer l'efficacité des stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue. En conséquence, notre travail poursuit un double objectif :

- (1) Proposer un modèle explicatif plus satisfaisant des liens entre fatigue et performance dans la gestion de situations d'urgence médicale.
- (2) Développer une méthodologie permettant l'identification et l'évaluation des stratégies informelles de gestion du risque associé

à la fatigue déployées au niveau local, et ce dans l'objectif d'optimiser la résilience du système de travail.

2. Proposition d'un modèle hypothétique

Au départ de notre revue de la littérature, nous proposons un modèle hypothétique de la gestion informelle du risque associé à la fatigue (Figure 12) intégrant les contributions de l'approche FRMS (Dawson et al., 2012 ; Dawson & McCulloch, 2005), de l'hypothèse cognitivo-énergétique (Schaufeli & Bakker, 2004 ; Hockey, 1997) et de la phénoménologie du burnout (Maslach et al., 2001 ; Demerouti et al., 2001 ; Maslach & Jackson, 1981).

Notre modèle part du postulat que l'efficacité de la gestion informelle du risque associé à la fatigue repose sur trois principes fondamentaux :

- (a) une évaluation fidèle du risque associé à la fatigue ;
- (b) la mobilisation de stratégies intrinsèquement efficaces ;
- (c) l'absence de coûts psychologiques associés sur le long terme.

Partant des travaux de Dawson & McCulloch (2005), le risque associé à la fatigue est conceptualisé comme une trajectoire causale composée de six segments. Le travail selon des horaires atypiques (1) entraîne des perturbations du sommeil (2) qui laissent subsister une fatigue physique, cognitive et émotionnelle associée aux activités réalisées la veille (3). Ces altérations ont des conséquences sur la performance au travail (4) qui, dans leurs formes les plus aigües, se manifestent par l'occurrence d'erreurs médicales (5). Lorsqu'elles ne sont pas interceptées ou corrigées à temps, ces erreurs se matérialisent en incidents dont les conséquences pour le patient peuvent être de sévérité variable (6).

Cette trajectoire n'est pas strictement déterministe dans la mesure où elle offre de multiples opportunités de maîtriser le risque associé à la fatigue avant qu'il ne porte atteinte au patient (Dawson et al., 2012). En situation de travail, nous distinguons deux types de stratégies informelles de gestion du risque. Les stratégies de réduction (i.e. FRS) visent à réduire le niveau de fatigue (A), soit via l'aménagement des temps de repos, soit par le biais de comportements visant à résorber les altérations associées à la fatigue. Les stratégies de *proofing* (i.e. FPS) visent à mitiger l'impact de la fatigue sur la sécurité du patient et sont susceptibles de se positionner à trois segments de la trajectoire du risque. Elles peuvent être déployées de façon à compenser les altérations associées à la fatigue pour maintenir un certain niveau de performance (B), à minimiser les opportunités de commettre une erreur (C) ou à intercepter l'erreur avant qu'elle ne se traduise par un incident (D).

Conformément à l'hypothèse cognitivo-énergétique et à la phénoménologie du burnout, nous postulons que l'utilisation récurrente de FPS est associée à un phénomène d'épuisement des ressources individuelles des médecins qui, à terme, s'accompagne de comportements cyniques et d'un désengagement vis-à-vis du travail (Schaufeli & Bakker, 2004 ; Hockey, 1997 ; Maslach & Jackson, 1981). Les FRS, en revanche, visent à restaurer le capital de ressources du médecin et, à ce titre, sont susceptibles d'avoir des vertus réparatrices d'un point de vue psychologique.

Enfin, l'efficacité des stratégies informelles de gestion du risque présuppose que les médecins sont à même d'identifier les situations où leur mobilisation est requise. En effet, d'après les observations de Dawson et collaborateurs (2012), ces stratégies sont des procédures alternatives qui ne sont déployées que lorsqu'elles sont jugées nécessaires. Ainsi, leur

mobilisation est conditionnée par l'évaluation subjective du risque associé à la fatigue. Nous partons du postulat que la somnolence est l'indicateur le plus aisément accessible pour l'individu lors de l'évaluation du risque associé à la fatigue. En effet, il s'agit d'un état intermédiaire entre la veille et le sommeil dont la symptomatologie est directement perceptible par l'individu. La fatigue, en revanche, n'existe pas de façon absolue et directement perceptible, et ne se manifeste qu'à travers ses effets à posteriori sur le fonctionnement physique, cognitif ou émotionnel. Il a été démontré que la somnolence ressentie est un indicateur fiable de la fatigue chez la population générale (Kaida et collaborateurs, 2006). Nous évaluerons ainsi la perception du risque à travers la somnolence ressentie que nous comparerons à une mesure objective des altérations associées à la fatigue.

Afin d'éprouver ce modèle, nous en dérivons les sept hypothèses suivantes :

H1a : Lorsqu'ils sont fatigués, les médecins urgentistes mobilisent des FRS de façon informelle.

H1b : Lorsqu'ils sont fatigués, les médecins urgentistes mobilisent des FPS de façon informelle.

H2 : La somnolence ressentie est un indicateur fiable des altérations associées à la fatigue.

H3a : La fréquence d'utilisation des FRS est négativement associée à la fatigue.

H3b : La fréquence d'utilisation des FPS modère la relation entre fatigue et performance.

H4a : La fréquence d'utilisation des FRS est négativement associée au burnout.

H4b : La fréquence d'utilisation des FPS est positivement associée au burnout.

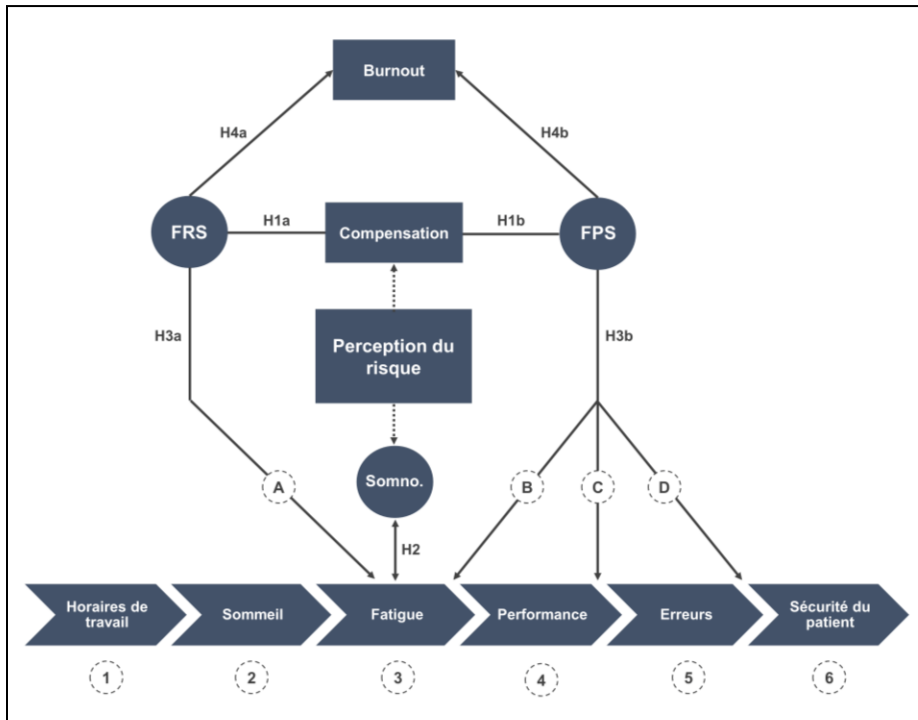


Figure 12. Proposition d'un modèle hypothétique. La trajectoire du risque associé à la fatigue implique six segments (i.e. 1-6) et quatre opportunités de mitigation informelle en situation de travail (i.e. A-D). Les FRS agissent directement sur le niveau de fatigue de l'individu (i.e. A) alors que les FPS portent sur les trois derniers segments de la trajectoire du risque (i.e. B, C, D). La perception du risque est un précurseur à la mobilisation de ces stratégies et se base sur l'appréciation subjective du niveau de somnolence (i.e. Somno). Conformément à l'hypothèse cognitivo-énergétique, nous postulons que l'utilisation des FPS est associée à un phénomène d'épuisement des ressources individuelles (i.e. burnout). Les FRS, en revanche, visent à restaurer le capital de ressources de l'individu et, à ce titre, sont susceptibles d'avoir des vertus réparatrices d'un point de vue psychologique.

3. Développement d'une méthodologie

Comme en témoigne notre état de l'art, la littérature est hétérogène du point de vue des protocoles utilisés pour évaluer le risque associé à la fatigue. Cette variété peut être synthétisée à travers trois facteurs.

Premièrement, l'effcience des médecins est appréciée au départ de quatre types d'indicateurs : la performance cognitive, la performance à la tâche, les erreurs médicales et les indicateurs liés au patient. Conformément à la notion de trajectoire du risque, ces indicateurs peuvent être modélisés comme les différents segments d'une même problématique. Les perturbations du sommeil associées aux horaires atypiques ont des conséquences sur le fonctionnement cognitif de l'individu. Ces effets sont mesurés au travers de la dégradation de la performance obtenue à des tests psychométriques. L'altération des fonctions cognitives se traduit, à son tour, par une détérioration plus ou moins marquée de certains aspects de la performance au travail. Ces effets sont évalués au départ de tâches « écologiques », en lien direct avec l'activité professionnelle. Dans ses manifestations les plus aigües, la dégradation de la performance est marquée par l'apparition d'erreurs médicales de sévérité variable. Lorsqu'elles ne sont pas interceptées à temps, ces erreurs se matérialisent en incidents dont les conséquences pour le patient sont, elles aussi, de sévérité variable. Dans l'hypothèse où il existe des facteurs de résilience, ceux-ci sont susceptibles d'intervenir au niveau des cinq segments de la trajectoire du risque associé à la fatigue. En conséquence, un protocole visant à mettre en évidence ces mécanismes doit reposer sur une évaluation exhaustive de ces différents indicateurs.

Il est également possible de différencier la littérature sur base des approches utilisées lors de l'évaluation de ces indicateurs (Figure 13). La recherche expérimentale comprend les études de laboratoire, caractérisées par l'administration de tests psychométriques dans des conditions très contrôlées, et les études sur simulateur où les tâches évaluées gagnent en écologie au détriment d'un contrôle moins important sur les conditions de passation. Les recherches de terrain comprennent les études interventionnelles, reposant sur la manipulation de différents aspects de l'organisation du travail, et les études observationnelles caractérisées par l'analyse de situations « naturelles » de travail. Comme nous l'avons vu, il peut être difficile d'isoler l'effet de la réduction du temps de travail dans les études interventionnelles car elles impliquent également des changements dans l'organisation du travail. Les études observationnelles, quant à elles, sont caractérisées par une forte validité écologique au détriment d'une absence de contrôle sur les conditions de passation. Ainsi, ces quatre approches peuvent être situées sur un double continuum reflétant les concessions qui sont faites entre validité écologique et possibilités de contrôle. A notre sens, l'évaluation des facteurs de résilience présuppose une démarche fondamentalement écologique. Seule l'étude de situations naturelles de travail est susceptible de révéler les mécanismes par lesquels les médecins sont à même de réguler le risque associé à la fatigue. Il est vraisemblable que les protocoles expérimentaux ne soient pas en mesure de mettre en évidence ce type de mécanismes en raison de l'absence d'enjeux réels pour le patient. Cette hypothèse est notamment supportée par la littérature traitant de l'influence des aspects motivationnels sur la régulation de la performance cognitive (Harrison & Horne, 2000a).

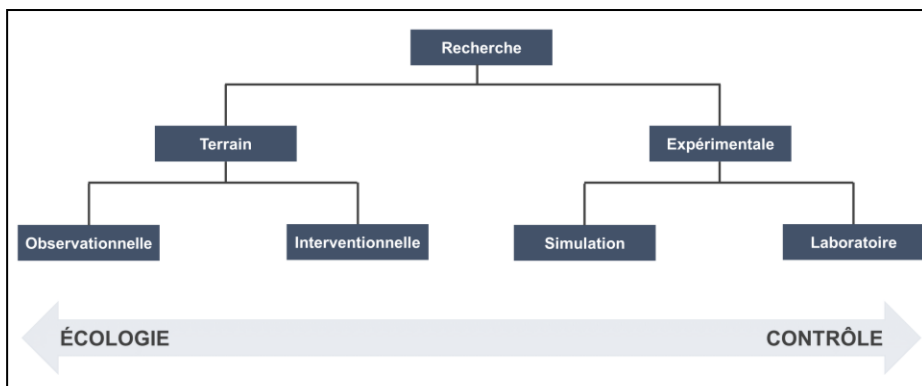


Figure 13. Les différentes approches employées dans l'étude du risque associé à la fatigue. Les quatre approches peuvent être situées sur un double continuum reflétant les concessions qui sont faites entre validité écologique et nécessité de contrôle.

En dernier lieu, l'hétérogénéité des méthodes se retrouve également dans la façon dont les données sont collectées. Les différents indicateurs peuvent être évalués au départ de données observées (e.g. grilles d'observation), auto-rapportées (e.g. questionnaires) ou d'indicateurs objectifs (e.g. taux de mortalité). Comme nous l'avons vu, chaque type de données a des avantages et inconvénients qui lui sont propres. Les indicateurs objectifs présentent l'avantage de ne pas être dépendants du jugement, mais manquent de finesse lorsqu'il s'agit de cibler les aspects de la performance les plus vulnérables. Par ailleurs, il peut être hasardeux de les considérer comme des mesures directes et individualisées de la performance médicale. Au contraire, les données auto-rapportées permettent une évaluation directe et individualisée de la performance. Bien que la majorité des études présentées se basent sur une évaluation globale, ce type de données permet de rendre compte du caractère multidimensionnel de la performance en contexte médical. En contrepartie, les données auto-rapportées sont susceptibles d'être biaisées par des considérations de désirabilité sociale, bien que la garantie de

confidentialité permette d'en limiter la portée. Enfin, les données issues d'observations permettent également une évaluation directe et individualisée de la performance. Elles sont toutefois limitées aux manifestations directement observables par l'expérimentateur, et occultent ainsi certains aspects l'activité médicale. L'étude des facteurs individuels de résilience présuppose une évaluation individualisée de la performance au travail et écarte, *de facto*, les indices objectifs liés à l'état du patient. A notre sens, les données auto-rapportées sont préférables aux données issues d'observations dans la mesure où elles sont plus aisément accessibles et permettent une évaluation multidimensionnelle de la performance.

En conclusion, l'évaluation des mécanismes de résilience ne peut se faire qu'à travers une approche écologique, multifactorielle et individualisée. Dans ce contexte, nous proposons une étude observationnelle basée sur l'évaluation de multiples indicateurs individualisés correspondant aux six segments de la trajectoire du risque associé à la fatigue. En partant des limites propres à l'approche FRMS, nous avons développé une méthodologie permettant d'identifier, de quantifier et d'évaluer les stratégies informelles de gestion du risque au départ de ces différents indicateurs. Cette méthodologie se veut aisément transposable à d'autres contextes de travail que celui de la médecine d'urgence.

3.1. Phase I : identification

La première phase consiste à identifier les stratégies informelles de gestion du risque mobilisées par les médecins urgentistes. Pour ce faire, nous sommes partis de la première étape de la méthodologie d'évaluation des FPS proposée par Dawson et collaborateurs (2012). Nous avons construit un canevas semi-structuré destiné à être utilisé lors

de groupes de discussion (i.e. focus group). Le canevas comporte deux parties.

La première porte sur l'évaluation des altérations associées à la fatigue au travail. Les participants sont invités à décrire de quelles façons la fatigue influence leur efficacité au travail. A ce titre, les questions suivantes ont été préparées :

- Quels sont les effets de la fatigue sur votre travail ?
- De quelles façons la fatigue influence-t-elle votre pratique ?
- En quoi travaillez-vous différemment lorsque vous êtes fatigué ?
- Quelles sont les compétences ou aptitudes les plus touchées par le manque de sommeil ?
- Commettez-vous plus souvent certaines erreurs lorsque vous êtes fatigués ? Si oui, lesquelles ?

Une carte conceptuelle (i.e. « mind map ») est constituée en temps réel sur base des altérations rapportées par les participants. Il s'agit d'une représentation arborescente des liens hiérarchiques ou des connexions de

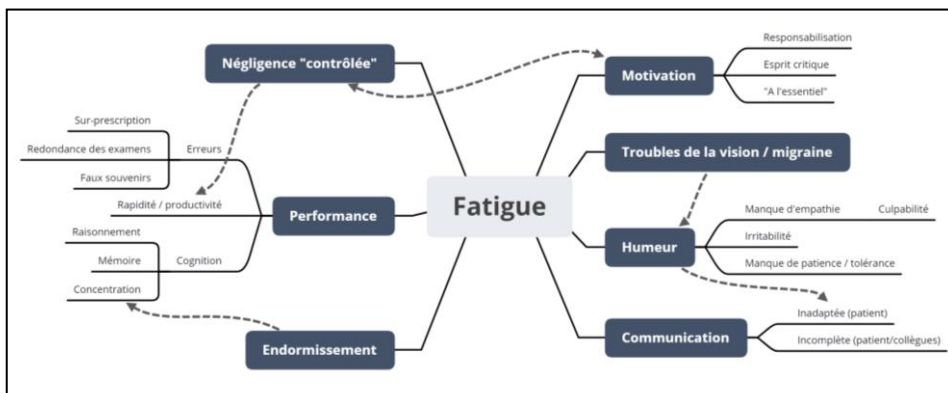


Figure 14. Carte conceptuelle des altérations associées à la fatigue. Exemple de carte conceptuelle des altérations associées à la fatigue. Les cartes conceptuelles ont été construites selon une démarche participative lors des groupes de discussion.

sens entre différents concepts (Figure 14). La fatigue est placée au centre et les éléments rapportés constituent les premières branches de la carte. Progressivement, les branches sont réorganisées et les éléments sont groupés en catégories d'ordre supérieur. La première partie de la discussion s'achève lorsque le groupe estime que la carte est complète et représentative.

Dans un second temps, les participants sont invités à décrire les stratégies utilisées pour faire face à la fatigue ou aux altérations précédemment rapportées. Sont exclues les stratégies mobilisées en dehors du cadre du travail ou simplement observées chez un collègue. La carte conceptuelle est utilisée comme un facilitateur afin de favoriser l'élicitation de stratégies. Ainsi, chaque branche est passée en revue de façon à mettre à jour les éventuelles stratégies mobilisées pour faire face à ces altérations. Les stratégies rapportées sont inscrites au fur et à mesure sur un tableau blanc et la discussion s'achève lorsque le groupe estime que la liste est complète. Pour faciliter le processus d'élicitation, les questions suivantes ont été préparées :

- Comment gérez-vous les conséquences de la fatigue au quotidien ?
- Que faites-vous pour être moins fatigué au travail ?
- Utilisez-vous de stratagèmes particuliers pour limiter l'impact de la fatigue sur votre travail ?
- Quelles stratégies utilisez-vous pour contrer les effets de la fatigue au travail ?

Les stratégies rapportées par les participants sont extraites sur base des retranscriptions intégrales des discussions. Seules les stratégies mobilisées de façon informelle et en dehors de toute procédure officielle sont sélectionnées. Elles sont ensuite groupées en catégories d'ordre supérieur selon une approche d'analyse qualitative par raisonnement

inductif (Marying, 2015). L'analyse de contenu est conduite par deux chercheurs de façon indépendante. Les deux ensembles de catégories sont ensuite comparés et les inconsistances discutées jusqu'à l'obtention d'un accord.

Au terme de la phase d'identification, nous disposons d'un ensemble de stratégies informelles de gestion du risque regroupées en catégories. Conformément aux hypothèses H1a et H1b, nous devrions retrouver les deux catégories de stratégies identifiées par Dawson et collaborateurs (2012).

3.2. Phase II : quantification

La seconde phase vise à quantifier l'utilisation des stratégies informelles de gestion du risque préalablement identifiées. A ce stade, nous nous écartons de la méthodologie proposée par Dawson et collaborateurs (2012) dans la mesure où elle ne permet pas d'évaluer les stratégies de gestion du risque sous leur forme informelle et de façon individualisée. En effet, comme nous l'avons vu, ce ne sont pas les stratégies elles-mêmes qui sont mises à l'épreuve mais différentes « moutures » de procédures résultant de tentatives de formalisation.

Pour dépasser ces limites, nous avons développé un questionnaire sur base des résultats de la phase précédente (i.e. « Fatigue Management Survey », FMS). Chaque stratégie est convertie en un item formulé positivement (Figure 15). Les participants renseignent à quelle fréquence ils utilisent chaque stratégie lorsqu'ils se sentent fatigués, et ce à l'aide d'une échelle de Likert en six points (1 = jamais, 2 = très rarement, 3 = rarement, 4 = parfois, 5 = souvent, 6 = très souvent). Dans l'objectif de mesurer des habitudes relativement stables dans le temps, il est demandé aux participants de se rapporter à une période de référence de six mois.

Nous calculons un score de fréquence moyenne d'utilisation pour chaque catégorie de stratégies (Annexe A).

Au cours des six derniers mois, à quelle fréquence avez-vous adopté chacun des comportements listés ci-dessous lorsque vous vous sentiez fatigué ?	Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
Lorsque je me sens fatigué au travail,	1	2	3	4	5	6
Je me repose davantage sur les bases de données ou les manuels plutôt que sur ma mémoire.						
Je profite des périodes d'accalmie pour faire une courte sieste.						
Je complète le dossier du patient au fur et à mesure afin d'être sûr de ne rien oublier.						
J'utilise davantage les aides au raisonnement à ma disposition (ex : algorithmes).						

Figure 15. Extrait du questionnaire FMS. Exemples d'items construits sur base des stratégies identifiées lors de la première phase.

3.3. Phase III : évaluation

La dernière phase vise à évaluer l'efficacité des stratégies informelles de gestion du risque. Pour ce faire, nous avons développé l'application mobile *SomnoTraq* (Bérestégui & Antoine, 2015) permettant de récolter des données relatives aux six segments de la trajectoire du risque associé à la fatigue en situation de travail (Figure 16). *SomnoTraq* est composé de cinq modules (Annexe B).

Le **module 1** est dédié à l'encodage de l'horaire presté par le médecin (i.e. 8h30-18h30, 18h30-8h30, 8h30-8h30) ainsi que de la zone de l'hôpital dans laquelle il travaille (e.g. hospitalisation provisoire, déchocage).

Le **module 2** porte sur le sommeil et est composé de deux parties. La première est un agenda de sommeil permettant l'encodage des heures de coucher et de lever associées à la nuit qui précède. Le médecin a également la possibilité de renseigner l'heure du dernier repas et le nombre de boissons énergisantes consommées depuis le lever. La seconde partie est le *Spiegel Sleepiness Inventory* (i.e. SSI), à savoir une échelle auto-

rapportée de la qualité du sommeil associée à la nuit précédente (Spiegel, 1981). La SSI est composée de 6 items relatifs à l'endormissement, la durée du sommeil, la qualité du sommeil, les réveils nocturnes, l'activité onirique et la sensation de repos au réveil. Un score inférieur à 15 renvoie à des troubles du sommeil alors qu'un score supérieur à 20 indique un sommeil réparateur. Le médecin a également la possibilité de rapporter les éventuels temps de repos et/ou de siestes durant les périodes de travail.

Le **module 3** concerne la perception du risque associé à la fatigue. Il est composé du *Psychomotor Vigilance Task* (i.e. PVT) et de la *Karolinska Sleepiness Scale* (i.e. KSS). Le PVT est une tâche de réaction utilisée pour mesurer l'attention soutenue, un indicateur objectif de la fatigue au travail (Beijamini et al., 2008). Nous avons employé une version tactile du PVT spécialement développée pour l'utilisation sur smartphone (Kay et al., 2013). Par ailleurs, nous avons préféré la version raccourcie à 5 minutes (i.e. PVT-B) pour des raisons de faisabilité. Il a été démontré que le PVT-B est une alternative acceptable dans les contextes appliqués où l'utilisation de la version standard de 10 minutes est trop contraignante (Roach et al., 2006 ; Lamond et al., 2005). Le temps de réaction moyen (i.e. « mean RT ») et le 10^{ème} percentile des temps de réaction les plus rapides (i.e. « fastest 10% RT ») seront utilisés comme des indicateurs objectifs de la fatigue. La KSS est une échelle de Likert en neuf points évaluant la somnolence ressentie, échelle allant de « très bien éveillé » à « très endormi, très peu capable de réagir, luttant contre le sommeil » (Akerstedt & Gillberg, 1990). En comparant les scores obtenus à la KSS (i.e. somnolence ressentie) et à la PVT (i.e. fatigue objective), nous dérivons une mesure de la fidélité de la perception du risque associé à la fatigue.

Le **module 4** est consacré à l'évaluation de la performance médicale via un court questionnaire se rapportant à la période de travail qui précède. Il s'agit d'une adaptation de la composante « auto-évaluation » du *Physician Achievement Review* (i.e. PAR) développé par Hall et collaborateurs (1999). Le PAR est un outil à 360° permettant l'évaluation de la performance des médecins généralistes sur base de données récoltées auprès des superviseurs, des collègues, des patients et de l'auto-évaluation du médecin. Au départ de la composante auto-rapportée, nous avons éliminé les items qui ne s'appliquent pas à la médecine d'urgence. Les 25 items retenus ont ensuite été regroupés en quatre dimensions : la compétence clinique, l'interaction avec le patient, la coordination des soins et l'autogestion. La compétence clinique se rapporte à la capacité à évaluer, diagnostiquer, sélectionner et exécuter les traitements appropriés. L'interaction avec le patient renvoie à la capacité à communiquer avec les patients ou leurs proches avec respect et compassion. La coordination des soins concerne le travail d'équipe et porte sur la capacité à communiquer efficacement les étapes nécessaires à la continuité des soins. Enfin, l'autogestion se réfère à la capacité à maintenir des dossiers de qualité et à gérer les ressources matérielles, le stress et le développement professionnel. Chaque aspect de la performance est évalué sur base d'une échelle de Likert en 5 points, allant de « très mauvais » à « très bon ».

Le **module 5** est un système d'auto-rapport des erreurs médicales. Pour chaque erreur commise, le médecin a pour consigne de remplir un rapport spécifiant le type d'erreur et le risque qu'elle représente pour le patient. Il indique également si l'erreur a été interceptée avant de porter atteinte au patient. Trois catégories d'erreurs sont proposées : les erreurs de médication (i.e. erreur liée à l'administration de produits

pharmaceutiques, sanguins ou d'autres fluides intraveineux), de diagnostic (i.e. erreur liée à l'élaboration d'un diagnostic et/ou d'une décision thérapeutique inappropriés), et procédurales (i.e. erreur liée à l'exécution d'une procédure). Concernant le risque associé, le médecin indique sur une échelle en 5 points si l'erreur est susceptible : 1) d'avoir peu ou pas d'effets sur le patient, 2) d'augmenter le niveau de soin, 3) d'entraîner une réduction permanente de fonction(s) corporelle(s), 4) d'entraîner une perte de fonction permanente, ou 5) de causer la mort du patient. Ces modalités de réponse sont issues de l'outil *WHO's International Classification* (World Health Organization, 2009).

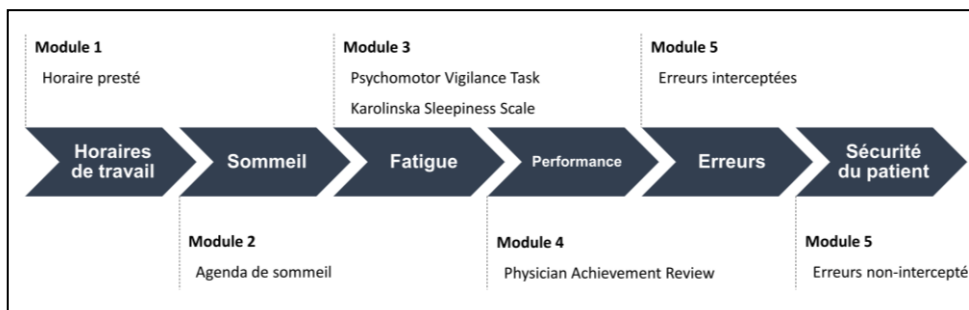


Figure 16. Rôle des différents modules de l'application SomnoTraq. Les différents modules permettent de récolter des données relatives aux six segments de la trajectoire du risque associé à la fatigue. L'analyse comparée des différents segments fournit les éléments empiriques permettant de juger de l'efficacité des stratégies informelles de gestion du risque.

Ces modules peuvent être combinés de façon à créer des « configurations », à savoir des ensembles de variables évalués de manière concomitante. Il est possible d'y assigner une alarme afin de signaler au médecin que la configuration doit être remplie. Par exemple, les modules 1 et 2 peuvent être assignés à la configuration « début de service » (Figure 17). Ainsi, au début du service (e.g. 8h30), l'alarme du smartphone retentit et le médecin est invité à rapporter les données relatives au

sommeil (i.e. module 2), au type d'horaire et à la zone de travail prestée (i.e. module 1).

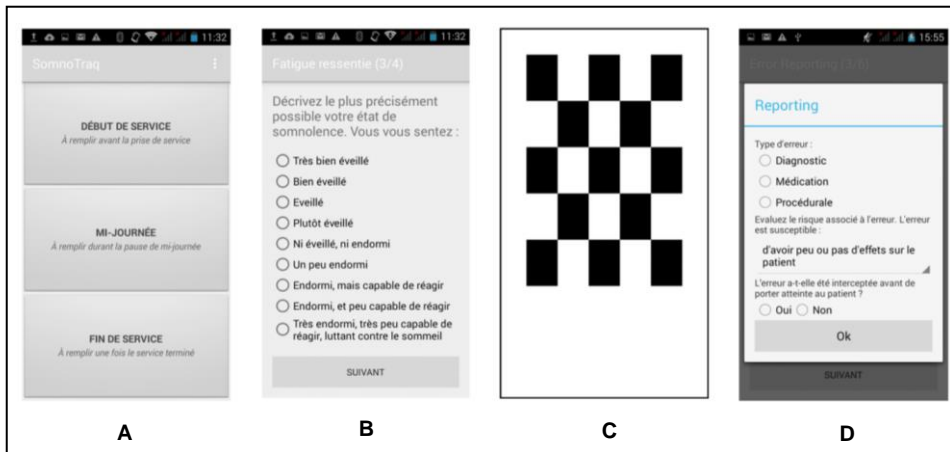


Figure 17. Captures d'écran de l'application SomnoTraq. A : Exemple d'un menu à trois configurations. B : Karolinska Sleepiness Scale (module 3), C : Psychomotor Vigilance Task avec stimulus visible (module 3). D : système d'auto-rapport des erreurs (module 5).

4. Protocole de recherche

Afin de mettre à l'épreuve notre modèle hypothétique, nous avons déployé la méthodologie présentée ci-dessus au sein du service des urgences du Centre Hospitalier Universitaire de Liège. Nos principaux résultats sont présentés à travers trois études. Ces dernières sont le produit d'une étroite collaboration entre le Laboratoire d'Ergonomie Cognitive et d'Intervention au Travail (i.e. LECIT) – porteur des modèles théoriques du fonctionnement de l'homme, et le service des urgences du CHU de Liège – détenteur de l'expertise métier.

La première étude présente la phase I de notre méthodologie (i.e. identification) et décrit la nature des stratégies informelles de gestion du risque mobilisées par groupe de médecins urgentistes. Les hypothèses suivantes seront mises à l'épreuve :

H1a : Lorsqu'ils sont fatigués, les médecins urgentistes mobilisent des FRS de façon informelle.

H1b : Lorsqu'ils sont fatigués, les médecins urgentistes mobilisent des FPS de façon informelle.

La seconde étude traite de la perception du risque associé à la fatigue et vise à déterminer dans quelle mesure la somnolence ressentie est un indicateur fiable des altérations associées à la fatigue. L'hypothèse suivante sera mise à l'épreuve :

H2 : La somnolence ressentie est un indicateur fiable des altérations associées à la fatigue.

La troisième étude présente les phases II (i.e. quantification) et III (i.e. évaluation) de notre méthodologie. L'efficacité des stratégies identifiées sera évaluée sur base d'indicateurs relatifs à la fatigue, à la performance et au burnout. Les hypothèses suivantes seront mises à l'épreuve :

H3a : La fréquence d'utilisation des FRS est négativement associée à la fatigue.

H3b : La fréquence d'utilisation des FPS modère la relation entre fatigue et performance.

H4a : La fréquence d'utilisation des FRS est négativement associée au burnout.

H4b : La fréquence d'utilisation des FPS est positivement associée au burnout

Contributions empiriques

Étude 1

Fatigue-related risk management in the emergency department: a focus-group study

**Pierre Bérastégui¹ · Mathieu Jaspar¹ · Alexandre Ghuysen² ·
Anne-Sophie Nyssen¹**

¹ Cognitive Ergonomics Laboratory, University of Liège, Belgium

² Emergency Department, University Hospital Centre of Liège, Belgium

Internal and Emergency Medicine (2018), 13:1273-1281.

Abstract. Fatigue has major implications on both patient safety and healthcare practitioner's well-being. Traditionally, two approaches can be used to reduce fatigue-related risk: reducing the likelihood of a fatigued operator working (i.e. fatigue reduction), or reducing the likelihood that a fatigued operator will make an error (i.e. fatigue proofing). Recent progress mainly focussed on fatigue reduction strategies such as reducing work hours. Yet it has to be recognized that such approach has not wholly overcome the experience of fatigue. Our purpose is to investigate individual proofing and reduction strategies used by emergency physicians to manage fatigue-related risk. 25 emergency physicians were recruited for the study. Four focus groups were formed which consisted of an average of six individuals. Qualitative data were collected using a semi-structured discussion guide unfolding in two parts. First, the participants were asked to describe how on-the-job fatigue affected their efficiency at work. A mind map was progressively drawn based upon the participants' perceived effects of fatigue. Second, participants were asked to describe any strategies they personally used to cope with these effects. We used inductive qualitative content analysis to reveal content themes for both fatigue effects and strategies. Emergency physicians reported 28 fatigue effects, 12 reduction strategies and 21 proofing strategies. Content analysis yielded a further classification of proofing strategies into self-regulation, task re-allocation and error monitoring strategies. There is significant potential for the development of more formal processes based on physicians' informal strategies.

1. Introduction

Fatigue, defined as a biological drive for recuperative rest (Williamson & al., 2011), has major implications on both patient safety and the well-being of healthcare practitioners. Fatigue has been associated with an increased risk of injury, medical error or adverse events (Olds & al., 2010) and a decreased quality of life (Cocker & al., 2016). Physicians working in the Emergency Departments (ED) are particularly vulnerable to fatigue-related risk. First, emergency physicians (Eps) are regularly asked to work more than 10 h a day on varying shifts with short breaks to recuperate. The effect of sleep loss is cumulative and can lead to chronic sleep deprivation over months or years (Baldwin DC. & Daugherty SR., 2004). Second, emergency medical practice requires physicians to provide critical care during both the day and night. Working at night generates persistent conflicts with the biological clock, and rotating shifts prevent circadian adjustment to a new sleep–wake cycle from taking place (Folkard S., 2008).

Recent approaches to address fatigue-related risk have mainly focused on reducing working hours, and ensuring sufficient recuperation time. The limitations of such approaches have been demonstrated with an increase in the number of visits to the ED, and a shortage of Eps. In 2003, the European Parliament authorised an additional weekly working time of 12 h for emergency physicians to ensure continuity of care, increasing the weekly working time to 72 h a week. Additionally, the daily working time has been raised to 24 h followed by at least 12 h of rest. In this context, situations where fatigued physicians are working continue to arise frequently. Handel et al. (2006) show that 38% of 602 Eps completing the Epworth Sleepiness Scale suffer from excessive daytime sleepiness. More recently, another study, using the Pittsburgh Sleep

Quality Index, involving 37 Eps reports that 81% experience poor sleep quality (Feriyye, C. et al., 2015).

Dawson and McCulloch (2005) first introduced the notion of fatigue proofing as a complementary approach to fatigue reduction. Fatigue Proofing Strategies (FPS) aim to reduce the likelihood that a fatigued individual operating in the workplace will make an error. In contrast, Fatigue Reduction Strategies (FRS) aim to reduce the likelihood of a fatigued individual operating in the workplace. These two sets of strategies correspond to different levels of control. FRS are achieved through organisational controls such as the prescription of maximum shift and minimum break duration, while FPS typically develop as informal work practices within a work group. Consequently, most formal risk-control systems do not encompass the notion of fatigue proofing and FPS constitute hidden knowledge for safety managers. According to Dawson and McCulloch, an effective Fatigue Risk Management System (FRMS) requires the systematic identification and formalization of proofing strategies as a complementary approach to fatigue reduction.

The effective use of reduction and proofing strategies implies that operators are able to assess their own levels of impaired alertness, and are aware of the detrimental effects of fatigue on performance. Following from this assumption, we aim to: (1) explore Eps' experience of fatigue-related impairments and (2) identify informal reduction and proofing strategies used by physicians to manage fatigue-related risk. Such results may provide useful insights for the development of formal processes and have implications for residency training.

2. Methods

2.1. Context

The study took place at the Emergency Department (ED) of the Liège University Hospital Centre in Belgium. This ED handles more than 42,000 patient admissions per year, with an overall department hospital admission rate of 30%. At the time of the study, the ED had 32 Eps. The day shift runs from 8 am to 6 pm, while the night shift begins at 6 pm and runs up to the following morning. Emergency physicians are regularly asked to work both shifts in a row, representing a total of 24 h of service. The current training program does not include sleep hygiene or other concepts relating to fatigue management.

2.2. Sample

25 EPs agreed to take part in the study (participation rate of 78%), including 14 postgraduate trainees (i.e. physicians currently completing a 6-year postgraduate training qualification) and 11 specialists (i.e. physicians who had completed the 6-year postgraduate training qualification).

2.3. Data collection

We created four focus groups with an average of six participants in each. Two groups consisted of postgraduate trainees and the other two involved trained specialists. Participants were asked to describe how on-the-job fatigue affected their efficiency at work. Using XMind 7 software, a mind map was progressively drawn in real-time based upon participants' perceptions of the effects of fatigue. Participants were then asked to describe strategies they personally used on the job to cope with any of these effects. The mind map was only used as a facilitator to begin

eliciting strategies. The stop rule was based upon theoretical saturation (i.e. when no new information was forthcoming).

2.4. Data analysis

The data that were analyzed included transcripts of the audio-recorded sessions and held notes written by the interviewer. Data analysis was conducted using inductive qualitative content analysis, allowing categories to emerge directly from the material without any theoretical restrictions. We followed the iterative data analysis steps described in Figure 1 (Mayring, 2014).

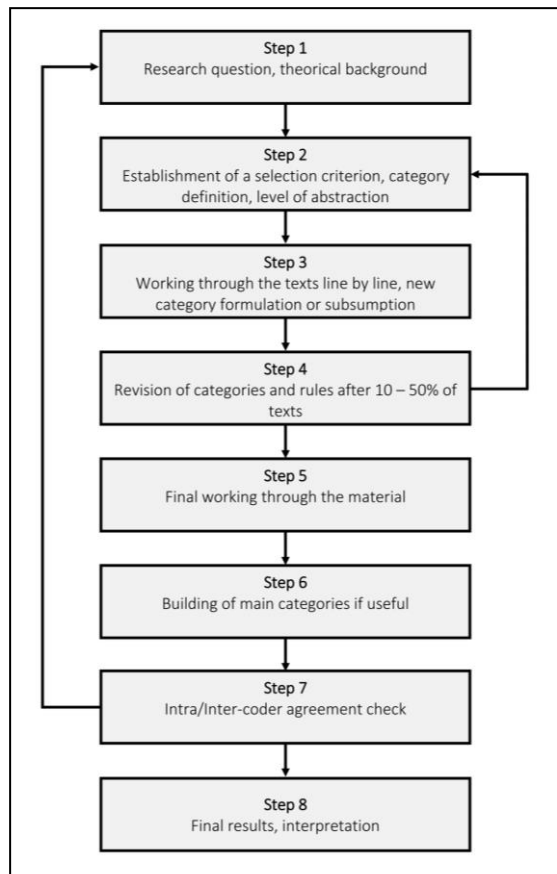


Figure 1. Inductive content analysis procedure. Iterative steps for inductive content analysis (adapted from Mayring, 2014).

Only the material that was relevant to our research aims was considered for analysis. We used the following criteria for data inclusion: verbalisations concerning the perceived effects of fatigue and strategies used to manage fatigue-related risk. Both the effects and strategies had to be personally experienced on the job and reported by at least one of the session's members.

Open coding was assured by an iterative process of reading through transcripts to create categories for chunks of data. A category was labelled once the material fitted the category formation criteria. Data falling under a previous category were subsumed under that category; otherwise a new category was created. Sub-categories with similar events and incidents were grouped together as categories, and categories were grouped together as main categories. The abstraction process continued as far as it was reasonable and possible. The category system was revised when no more categories were to be found. Duplicates and redundancies were removed to obtain a set of unique elements under each category. We then checked for category overlaps, proper levels of abstraction and clear category definitions. The entire dataset was worked through again after any changes in the category system. Data analysis resumed when the category system was considered to be valid. Data analysis was carried out by two researchers, comparing categories and discussing inconsistencies until agreement was reached.

2.5. Ethical considerations

The study was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Psychology of the University of Liège and by the Ethics Committee of the Medical Centre of the University of Liège. In accordance with the Declaration of Helsinki, all participants gave their written informed

consent prior to their inclusion in the study.

3. Results

3.1. Physicians' experience of fatigue-related impairments

Participants reported a total of 78 effects of fatigue. We removed duplicates and redundancies, and obtained a set of 28 specific elements (Figure 2). Content analysis yielded a two-level categorization. The first level comprises behavioural symptoms ($n = 16$), work performance impairments ($n = 6$) and fatigue-related errors ($n = 6$). The second level further splits behavioural symptoms into specific collections of symptoms: physical ($n = 4$), cognitive ($n = 4$), emotional ($n = 5$) and motivational symptoms ($n = 3$).

Regarding behavioural symptoms, physicians reported physical symptoms such as difficulty staying awake, recurrent headaches associated with noise sensitivity and muscles twitching while performing precise gestures. Visual disturbances were also reported, such as blurred vision, itchy eyes, the inability to judge distance and tunnel vision. Participants also reported cognitive impairments such as being easily distracted by surroundings, resulting in difficulties focusing on a task. Fatigue was also reported as making it difficult to remember things. Other cognitive symptoms included psychomotor impairments resulting in slower gestures and lack of accuracy, as well as decreased decision-making and critical-thinking skills. Physicians reported harshness and irritability issues—being edgy and moody—which caused them to easily lose their temper. Fatigue was also associated with difficulties feeling empathy for patients and their families. Participants admitted to possibly using an inappropriate tone or sarcasm. Fatigue was also reported to decrease commitment to the job. Fatigued physicians tend to not engage

in proactive behaviours and to focus on first-cause admission. They are less willing to accept compromises of any kind with patients, families or colleagues. Physicians reported rushing patient interactions such as case history or breaking bad news.

Reported effects of fatigue	
Behavioral Symptoms	Physical
	Difficulty to stay awake
	Muscle twitching
	Headache
	Visual disturbances
	Cognition
	Difficulty to stay focus
	Difficulty to remember things
	Gesture slowing and lack of accuracy
	Decrease quality of decision and critical thinking
	Emotion
	Harshness
	Irritability
	Lack of empathy
Disinhibition	
Motivation	
Negligence	
Lack of proactivity	
Lack of flexibility	
Hastiness	
Job Performance	Resident productivity
	Patient monitoring
	Team communication
	Patient communication
	Care coordination
	Situational awareness
Errors	Incomplete records
	Unnecessary testing
	Inappropriate drug regimen
	Cases muddle up
	Omission
	Fixation

Figure 2. Reported effects of fatigue. Results of the inductive qualitative content analysis.

The discussion progressively focused on how these behavioural symptoms impact upon work performance. According to physicians, communications within teams or with patients and their families are affected by fatigue. Interpersonal conflicts with nurses or peers are more frequent, and physicians tend to avoid social interactions. Physicians admit lacking a critical approach to specialists' reports and to taking fellow physicians' diagnoses at face value. A reduction in communication was assumed to lead to discontinuities in care coordination and a deterioration of the overall vision of the ED. Physicians reported difficulties in accurately anticipating how patients' conditions would develop. Fatigue was also reported to globally decrease productivity, defined as the number of cases handled over the course of the shift.

Physicians reported specific errors to illustrate the operational consequences of these work performance impairments. Unnecessary testing and overprescription were typical examples of team communication and care discontinuity issues. Physicians reported mixing up information between cases, which ultimately affected the accuracy of medical records and diagnoses. Generic failures, such as omission or fixation errors, were also reported as common fatigue-related errors.

3.2. Informal fatigue management strategies

Physicians reported 58 fatigue management strategies across focus groups. We removed duplicates and redundancies to obtain a set of 12 fatigue reduction strategies and 21 fatigue proofing strategies (c.f. Figure 3).

3.2.1. *Fatigue reduction strategies*

Physicians reported using physiological refreshments such as food

or energy drinks, physical exercise, getting fresh air or freshening up with cold water ($n = 7$) to reduce subjective feelings of sleepiness. Only two strategies related to rest-time management: having a nap and re-grouping tasks to maximize rest time. Physicians also reported reducing subjective feelings of fatigue through social interactions ($n = 1$) and listening or thinking about music ($n = 2$).

3.2.2. *Fatigue proofing strategies*

Content analysis yielded three sub-categories of FPS: self-regulation, task re-allocation and error monitoring strategies.

Self-regulation strategies ($n = 14$) aim to compensate for the behavioural symptoms associated with fatigue to sustain acceptable work performance. Reported strategies include the use of cognitive aids, self-motivation and seeking emotional or instrumental support. For instance, physicians complete the patient records as and when it comes, rather than letting things pile up to compensate for the impact of fatigue on short-term memory. Physicians also tend to interact with patients in a way that creates a climate of closeness, and to inject a humorous note into conversations to compensate for irritability or harshness.

Task re-allocation strategies ($n = 4$) aim to redistribute the tasks within the team to minimize error opportunities. These strategies are team-based adaptations leading to a better match between operators' resources and task constraints. For instance, physicians reported deferring complex tasks during the night shift to colleagues working the following morning. Physicians also admitted to relying more heavily on experienced nurses for specific tasks it is assumed they are qualified to perform.

Fatigue management strategies

**Fatigue
Reduction
Strategies**

I have a quick snack
 I sing, I hum or I think about songs
 I have an energy drink (coffee, tea, coke, etc.)
 I listen to music while doing paperwork to stay awake
 I have a nap whenever it is possible
 I try to keep moving as much as possible to stay awake
 I try to anticipate and regroup tasks as much as possible in order to maximize rest time
 I take advantage of lull periods to have a non-work related talk with my colleagues
 I take a brief shower or I dampen my face with cold water
 I take advantage of lull periods to take the time to eat slowly
 I take advantage of lull periods to be physically active (running, walking, etc.)
 I take advantage of lull periods to take some fresh air and/or to smoke a cigarette

Self-regulation strategies

I engage conversation with the patient on a humorous note
 I do some self-motivation, I tell myself to hold on and that the shift is about to end
 I seek moral support from my colleagues
 I complete the patient record as and when it comes rather than letting things pile up
 I use algorithms or other cognitive aids more often
 I write down things I've left to do so I don't forget them
 I take a brief moment to relieve the tension before interacting with a patient
 I tend to interact with patient in way that creates a climate of closeness
 I try to vary tasks as much as possible to avoid boredom
 I strongly focus to avoid any inattention mistakes

**Fatigue
Proofing
Strategies**

I rely more on manuals or databases than my memory
 I focus on one task at a time
 I communicate more with my colleagues

Task reallocation strategies

I seek instrumental support from my supervisor or colleagues
 I defer secondary goals to colleagues while I take care of the primary goal
 I rely more on experimented nurses for specific tasks they are qualified for
 I defer complex but non-urgent tasks to my colleagues working the following shift

Error monitoring strategies

I double check drug prescriptions and dosage regimen
 I talk to myself or others about what I've done to make sure I didn't forget anything
 I let nurses know I'm tired so they pay more attention to what I'm doing
 I ask a colleague to double-check what I've done

Figure 3. Fatigue management strategies. Results of the inductive qualitative content analysis.

Error monitoring strategies ($n = 4$) aim to prevent fatigue-related errors from developing into adverse events. These strategies form the last layer, preventing the hazard from turning into a fatigue-related incident. For instance, physicians reported double-checking, either

themselves or using others, for tasks that they assume are sensitive to fatigue-related risk. Physicians also reported verbalizing acts or prescriptions to make sure they do not forget anything.

4. Discussion

According to Dawson & McCulloch (2005), the effective management of fatigue-related risk requires the use of fatigue proofing as a complementary approach to fatigue reduction. However, FPS typically develop as implicit elements of the safety system and most formal controls do not encompass the notion of proofing. It is a challenge to identify these strategies at a local level to investigate their potential for further formalisation. On the other hand, the effective use of fatigue management strategies implies that operators are able to recognise the early signs of fatigue and can anticipate its effects on work performance. Following this, our aim was: (1) to investigate physicians' experience of fatigue-related impairments and (2) to identify informal strategies used by physicians to manage fatigue-related risk.

4.1. Emergency physicians' experience of fatigue-related impairments

Our results show that physicians experience a wide variety of fatigue-related impairments. Physicians reported behavioural symptoms, work performance impairments and fatigue-related errors.

Studies conducted in controlled settings repeatedly demonstrated that fatigue reduces cognitive processing speed, and therefore, increase inattentiveness and tunnel vision (Wadsworth EJK, 2008). Fatigue is also known to impair brain areas involved in working memory (Harrison et al., 2000), visuomotor performance (Paula Alhola P. and Päävi PK., 2007) and decision-making (Schnyer D. M.& al., 2009). Psychomotor skills are

less affected than cognitive skills, but poor cognitive performance may also lead to limited psychomotor proficiency (Khazaie H. & al., 2010). Prolonged fatigue has also been associated with physical symptoms such as recurrent headaches, muscle pain, sleeping during the day and visual disturbances (CDC, 2017). The emotional dimension of fatigue is known as Compassion Fatigue (CF) and is caused by prolonged, continuous and intense exposure to patients' traumatic experiences (Coetzee and Klopper, 2010). CF is characterized by anger, irritability, lower work satisfaction and a reduced ability to feel sympathy and empathy. It also appears that sleep deprivation could lead to a loss of motivation and task-directed efforts (Paula Alhola P. and Päivi PK., 2007). Our results show that physicians' experience of behavioural symptoms associated with fatigue is consistent with the literature. Emergency physicians are aware of the wide array of fatigue symptoms and reported symptoms that covered the physical, emotional, motivational and cognitive dimensions of fatigue.

Work performance impairments reported by physicians are also consistent with studies conducted in residency settings. The literature supports physicians' perceived effects of fatigue on productivity (Jeanmonod, R. & al., 2009), situation awareness (Sexton, JB & al., 2000), patient-centered communications (Passalacqua, SA. & al., 2012) and teamwork (Friesen, A. D. & al., 2008). Extended periods of time in the ED have been demonstrated to be strongly, negatively connected to physicians' patients-per-hour rate (Jeanmonod, R. & al., 2009). Emotional exhaustion is associated with a reduction in empathy and compromises the quality of interactions with patients (Passalacqua, SA. & al., 2012). Interactions with colleagues are also impacted and Singh and colleagues (2007) demonstrated that a breakdown in teamwork is a factor in 70% of

the cases resulting in patient injury.

Finally, physicians reported fatigue-related errors regularly occurring in ED. Fatigue is known to be associated with an increased risk of medical error (West CP & al., 2009, Olds & al., 2010). However, few studies have attempted to describe the nature of fatigue-related errors in residency settings. Our results show that several reported errors could be attributed to the way physicians use and manage clinical data. Physicians reported experiencing difficulties maintaining complete and up-to-date medical records and confusing clinical data between multiple cases. The failure to revise situation assessments as new evidence comes in (e.g. fixation errors) ordering unnecessary diagnostic tests, and delivering inappropriate drug regimens were also reported as typical fatigue-related errors. This is particularly relevant, considering that 80% of the medical errors involve informational or personal miscommunication (Woolf, SH & al., 2004), and that fatigue is estimated to be a contributing factor in 65% of these cases (Bari, A & al, 2016).

Taken together, these results show that physicians are aware of the detrimental effect of fatigue on human functioning and how these symptoms are reflected in the work environment. However, do they use this knowledge to manage fatigue-related risk?

4.2. Fatigue reduction strategies

Physicians reported 12 unique FRS across the focus group sessions. Only two reported strategies aim to rationalize rest time. Physicians reported napping for up to 4 h and re-grouping, anticipating or delaying tasks to maximise the length of the nap. They used the term 'nap' to refer to both short recuperative rest and longer sleep periods. Research has shown that short naps of between 10 and 20 min

significantly improve alertness (Amin MM. & al., 2012, Driskell & Mullen, 2005), but longer naps cause significant sleep inertia (Hilditch, C. & al., 2016). Sleep inertia is associated with decreased cognitive performance, irritability, confusion and automatic behaviours (Berry, R. B. & al., 2015) and represent a significant risk in terms of occupational safety. Caffeine consumption directly preceding a short nap (i.e. powernaps) has been demonstrated to be an effective way of reducing the sleep inertia period (Horne JA. & Reyner LA., 1997). In addition, participants reported napping exclusively during the night shift. Research shows that strategic napping during the day can effectively counteract night-time sleepiness (Sack, R.L. & al., 2007). These results highlight the fact that physicians are not well-educated about sleep physiology and stress the need for formal training on how and when to nap.

Other reported strategies include physiological refreshments such as food or energy drinks, physical exercise, getting fresh air or freshening up with cold water. There is evidence in the literature that dehydration and reduced glucose levels are associated with impaired decision-making (Danziger S., 2011). Short breaks in natural light for fresh air and meditation are also techniques which are recommended to reduce subjective feelings of sleepiness (Puddester D., 2014), but lack scientific evidence. Hayashi and Hori (2003) investigated face washing as a sleep inertia countermeasure following a nap and showed a temporary reduction in subjective sleepiness with no difference in performance on a memory search task. Epidemiological studies have shown that physical activity during leisure time reduces the risk of experiencing feelings of fatigue (Puetz T.W., 2006). However, more field studies involving healthcare practitioners are needed to investigate the effectiveness of

these countermeasures (Hilditch & al., 2015).

4.3. Fatigue proofing strategies

We identified three types of FPS: self-regulation, task re-allocation and error monitoring strategies.

Self-regulation strategies are individual controls concomitant to the task. These strategies consist of alternative routines which are considered to be more suited to the physician's current condition. Physicians' self-regulation strategies aim at reducing the demands placed upon them as the available resources grow scarce. The regulation of work procedures as a function of task demands has been investigated in air traffic control literature. According to Donath and Schulte (2015), operators adopt load-shedding strategies to keep the workload within bearable limits and to maintain acceptable performance. These strategies are changing the way the task is accomplished in a more economic way in terms of individual resources. In our study, physicians reported using alternative routines because their usual routines do not withstand poor or inconsistent performance associated with fatigue. The drawbacks of such approaches include the fact that alternative routines make the task more tedious and time-consuming. As a consequence, physicians employ alternative routines when the perceived fatigue-related risk increases beyond what is tolerable or permissible, and return to their usual and convenient routines once the perceived risk returns to an acceptable level. Self-regulation strategies point out that physicians do not perform a task the same way across contexts, but choose from multiple procedures with different associated cost and risk outcomes. Rather than teaching a single way to perform a task, training programs should focus on teaching physicians to spot these contexts and choose the appropriate procedure.

Task re-allocation strategies are team-work adaptations which supplant the need for appropriate rest or break time. When withdrawal from the workplace is not an option, exhausted physicians reported avoiding performing tasks which are vulnerable to fatigue-related errors and to focus on less-demanding tasks. Critical tasks are redistributed within the team or to a colleague working the following shift. There are fewer deferring opportunities during the night because of a limited workforce and deferring to later is only appropriate for a narrow range of cases not requiring immediate care. As a result, task re-allocation strategies have limited application and physicians are regularly required to perform sensitive tasks while exhausted. Task re-allocation strategies also show great potential for standard protocols. The systematic identification of at-risk operators followed by a redistribution of tasks could effectively mitigate fatigue-related risk.

Error monitoring strategies are individual or team controls subsequent to the task, which aim to screen for potential fatigue-related errors. Physicians report using these strategies when they are required to perform critical tasks late in the night. In some cases, detected errors can be corrected before they develop into an adverse event. Reported error monitoring strategies include verbalising the steps involved in a task and double-checking by oneself or by others. Few studies attempted to describe the nature of error monitoring strategies, and the evidence for their effectiveness is weak (Hodgkinson, B. & al., 2006). Double-checking strategies have been recommended by healthcare practitioners as a technique for intercepting medication errors, but there is still insufficient evidence to support this practice (Alsulami, S. & al., 2012). Error identification and recovery is not traditionally taught or evaluated in residency training (Sternbach & al, 2016), and there is significant

potential for such processes to be formalised. It has been demonstrated that routine monitoring of the environment was the main source of detected errors in anesthesia (Nyssen & Blavier, 2006). Increasing standard check frequency during critical periods demonstrates great potential to mitigate fatigue-related risk. However, more research is needed to ascertain the effectiveness of specific error monitoring strategies.

4.4. Conclusion and implications for safety

Our results show that physicians have a clear picture of fatigue-related impairments and experiment with a wide range of improvisations and adjustments to manage fatigue-related risk. Such adjustments create resilience on the local level but contribute to widening the gap between the work-as-done by practitioners and the work-as-imagined by managers. The misalignment of work-as-done and work-as-imagined can make organisations more brittle, as those responsible for managing the work are unaware of the performance adjustments that are necessary to ensure patient safety (Sujan et al., 2016). It is a challenge for fatigue-related risk management to create mutually positive awareness between managers and practitioners to reduce this gap.

The focus groups proved to be an efficient tool for sharing experiences about fatigue-related risk and how to manage them. Formal workshop sessions organised throughout the year could support knowledge transfer between physicians and allow managers to identify scope for further formalisation. Mind-mapping also added significant value for generating and structuring ideas around a given subject. The implicit nature of work-as-done in hospital setting makes brainstorming tools particularly relevant. Such approaches help to elicit work

perceptions and adjustments, ultimately creating mutual awareness between managers and practitioners. Workshops should also focus on informing physicians on the early signs of fatigue and how to detect them in themselves and in colleagues. Team-based proofing strategies require physicians to continuously share insights about who is at risk and which tasks are vulnerable. However, the literature shows that emergency physicians are reluctant to admit problems related to fatigue (Key & al, 2008, O' Reilly, 2012) because of their concerns about confidentiality and what colleagues may think of their competency (Rosenstein A. H., 2013). Hence, it is a challenge to promote a culture of safety that recognises fatigue as an unacceptable hazard and encourages physicians to disclose situations where they feel at risk.

Research about proofing strategies in residency contexts is scarce and this study adds to few pieces of the literature aiming to understand the nature of these processes. Our attempt to identify core consistencies across these strategies has resulted in a further classification of proofing strategies. Our results are bound up in the operational setting, and the strategies used by emergency physicians are likely to vary from one organisation to the other. Further research with larger samples from different facilities is encouraged to evaluate the prevalence and effectiveness of these strategies.

Étude 2

Fatigue-related risk perception among emergency physicians working extended shifts

**Pierre Bérastégui¹ · Mathieu Jaspar¹ · Alexandre Ghuysen² ·
Anne-Sophie Nyssen¹**

¹ Cognitive Ergonomics Laboratory, University of Liège, Belgium

² Emergency Department, University Hospital Centre of Liège, Belgium

Applied Ergonomics (2019), in press.

Abstract. There is a growing body of studies indicating that extended shift duration has an adverse effect on fatigue, consequently leading to reduced work performance and higher risk of accident. Following modern fatigue risk management systems (FRMS), acceptable performance could be maintained by the mobilization of appropriate mitigation strategies. However, the effective deployment of such strategies assume that workers are able to assess their own level of fatigue-related impairments. In this study, we sought to determine whether emergency physicians' subjective feelings of sleepiness could provide accurate knowledge of actual fatigue-related impairments while working extended shifts. We conducted a prospective observational study with a within-subjects repeated measures component. We collected sleep logs, sleepiness ratings and reaction times on a Psychomotor Vigilance Task (PVT) at different time points during shifts. Our results show that the PVT is sensitive to sleep loss and fatigue, with a 10% increase in mean reaction time across the shift. Subjective sleepiness, however, showed no significant association with time since awakening and was not a significant predictor of PVT performance. Our results are consistent with experimental studies showing that individuals tend to underestimate fatigue-related impairments when sleep deprived or functioning under adverse circadian phase. The discrepancy between subjective sleepiness and actual fatigue-related impairments may give workers the illusion of being in control and hinder the deployment of mitigation strategies. Further research is needed to determine the relative weight of circadian phase shifting and cumulative sleep deprivation in the decline of self-knowledge in extended shifts.

1. Introduction

A growing body of literature indicates that schedules involving long working hours substantially increase sleep pressure and fatigue (Åkerstedt & Wright, 2009). Consequently, long working hours are associated with reduced performance (Caruso, 2014) and higher risk of errors and accidents (Folkard & Lombardi, 2006). The estimated risk of occupational injury is 147% higher when working more than 12 hours per days compared to traditional 8-hour working days (Salminen, 2016). The adverse effects of extended hours per day is even stronger when combined with more than 40 hours of work a week (Caruso et al., 2004) or night work (Wirtz, 2010). Nevertheless, extended shifts are still permitted in current working hours' directives and implemented in various organizational contexts. It is estimated that one in twenty workers in Europe is involved in such extended hours work (Harrington, 2001). Reasons for maintaining long working hours include high cost of transporting employees, logistic difficulties or scarce qualified staff resources (Kodz et al., 2003).

Over the past decade, increasing attention has been devoted to the development of strategies to manage fatigue-related risk in contexts where it is not possible or desirable to reduce working hours (Barger et al., 2018; Martin-Gill et al., 2018; Studnek et al., 2018). Fatigue risk management systems (FRMS) emerged as comprehensive approaches to mitigate the detrimental effect of fatigue on work performance and safety (Dawson et al., 2012). Moving away from the traditional hours-of-service restrictions, FRMS are particularly popular in sectors involving 24-hour operations such as the aviation industry or emergency services. FRMS propose guidelines on harvesting, developing, implementing and

monitoring fatigue mitigation strategies. These strategies encompass not only organizational controls but also personal strategies used while on duty. Examples of mitigation strategies include load-shedding, task reallocation or error monitoring strategies (Bérestégui et al., 2018). The main strength of FRMS resides in its ecological approach of harvesting candidate strategies currently used within the work group. Strategies that are found to be effective are further integrated into formal standard operating procedures. However, the success of a FRMS does not only depend on the effectiveness of selected strategies but also assume that workers are able to assess their own level of fatigue-related impairments. Only accurate fatigue-related risk perception would allow workers to spot contexts where the deployment of mitigation strategies is required to maintain adequate performance.

It is of crucial importance to rely on sensitive instruments to measure and monitor fatigue-related risk in 24-hour operations (Patterson et al., 2018). An extensive body of experimental research has established a clear link between subjective feelings of fatigue and actual performance decrements typically associated with fatigue. Such reports suggest that the general population exhibit accurate estimation of fatigue-related impairments (Kaida et al., 2006). However, recent studies suggest that factors involved in extended working hours may affect the ability to accurately self-assess fatigue-related impairments. Bermudez et al. (Bermudez et al., 2016) showed that subjective alertness was particularly inaccurate at predicting performance on a vigilance task when participants were performing under adverse circadian phase. Zhou et al. (2012) also reported a greater deviation between subjective ratings and actual performance during the biological night. Chronic sleep restriction was reported to negatively distort the subjective sense of

fatigue-related impairments (Durmer & Dinges, 2005; Van Dongen et al., 2003). Specifically, it was found that chronically sleep restricted individuals tend to underestimate the performance decrements associated with fatigue (Zhou et al., 2012). Since long working hours is known to increase the risk of sleep restriction (Salminen, 2016) and to disrupt circadian rhythms (Johnson & Lipscomb, 2006), it is arguable that workers regularly involved in extended shift may become blunt to the perception of fatigue-related impairments. Despite its precursor role in any mitigation processes, little attention has been devoted to the study of fatigue-related risk perception in 24-hour operations.

The current study investigates the association between self-reported ratings of sleepiness and actual performance decrements on a neurobehavioral task in emergency physicians working extended shifts. In Europe, emergency physicians routinely work up to 24 hours in a row coupled with a weekly working time of up to 72 hours, and thus constitute a particularly suitable population for the study. We postulate that 1) self-perceived sleepiness is not an accurate predictor of actual fatigue-related impairments, and that 2) discrepancies between subjective ratings and actual performance amplify with time spent awake and time of day.

2. Method

2.1. Participants

A prospective observational study was conducted over a 5-month period in the Emergency Department (ED) of the Liège University Hospital Centre. The hospital is a tertiary-care centre with an ED volume of 92,775 patients in 2015. Emergency physicians routinely work extended shifts, coupled with a weekly working time of up to 72 hours. Day shift starts from 8:30 AM to 6:30 PM and night shift starts from 6:30

PM to 8:30 AM. Physicians are regularly assigned to work both shifts in a row for a total working time of 24 hours. The study was conducted jointly by the ED and the Cognitive Ergonomics Laboratory of the University of Liège and was approved by the relevant ethics Committees. All emergency physicians were informed about the study and participated on a voluntary basis. Twenty-eight out of 32 physicians agreed to participate in the study. In accordance with the Declaration of Helsinki, all participants gave their written informed consent prior to their inclusion in the study. Participants were free to withdraw from the study at any time.

2.2. Procedure

Following informed consent, participants were provided with a tri-axial accelerometer (GENEActiv Original) and a smartphone (Huawei Y560) preinstalled with an application specifically designed for the study. Participants were invited to participate the day prior to testing. Physicians were asked to wear the accelerometer device on the non-dominant wrist throughout the shift, starting the night before testing. The application contained a sleep diary, the Karolinska Sleepiness Scale (KSS), the Spiegel Sleep Inventory (SSI) and the Psychomotor Vigilance Task (PVT). Physicians were instructed to complete the sleep diary and the SSI at the beginning of each shift and to complete the KSS followed by the PVT at the beginning, middle and end of each shift (Table 1). Physicians were also asked to indicate if they had a nap during the shift and when. We collected data for regular day shifts (8:30 AM to 6:30 PM) and twenty-four hours shifts (8:30 AM to 8:30 AM). We disposed of 8 smartphones and accelerometers that were distributed between participants during the study period. Physicians participated in the study during five to twelve shifts.

Table 1. Summary of data collection.

Measures	Beginning of shift	Middle of shift	End of the shift
10-hour / 24-hour shift	8:30 AM / 8:30 AM	1:30 PM / 8:30 PM	6:30 PM / 8:30 AM
Sleep diary	x		
Spiegel Sleep Inventory	x		
Karolinska Sleepiness Scale	x	x	x
Psychomotor Vigilance Task	x	x	x

2.3. Materials

Fatigue-related impairments. The Psychomotor Vigilance Task is a widely used reaction time task used to objectively assess changes in sustained attention associated with sleep loss or time on task (Basner & Dinges, 2011; Lee et al., 2010). Sustained attention can be defined as the ability to direct and focus cognitive activity on specific stimuli (DeGangi & Porges, 1990). Sustained attention is a basic requirement for information processing and thus is required in the execution of many tasks. It enables the maintenance of vigilance, selective and focused attention, response persistence and continuous effort despite changing conditions. The PVT is a widely used instrument in sleep research and reflect the effect of sleep pressure developing with time spent awake (Bejamini et al., 2008). We measured sustained attention using an Android-based touchscreen version of Psychomotor Vigilance Task (Kay et al., 2013). Participants were presented with stimuli that occur at random intervals with an inter-stimulus intervals (ISI) between 2 and 10 sec. If the participant touched the screen before the start of the stimulus, the response was ignored and a warning signal was shown. We used a 5-

min version instead of the standard 10-min PVT for time constraints concerns. Research shown that 5-min PVT is a reasonable substitute in applied settings where use of the standard 10-min PVT is not feasible or desirable, provided that an appropriate outcome variable is used (Lamond et al., 2005; Roach et al., 2006). Mean response time has been shown to be reasonably similar between the two versions of the PVT (Roach et al., 2006). Reaction times were used to compute mean reaction time for each PVT trial. Following Basner & Dinges (2011), responses without a stimulus or RTs < 100 ms were counted as false starts and excluded from data analysis.

Subjective sleepiness. Self-reported sleepiness was measured by the Karolinska Sleepiness Scale (KSS), a nine-point Likert scale ranging from “very alert” to “very sleepy, fighting sleep”. The KSS has been widely used in the study of shift work and there is an extensive body of literature linking KSS scores to objective measures of sustained attention (Åkerstedt et al., 2014; Horne & Burley, 2010; Kaida et al., 2006). Time on task was demonstrated to produce similar results on reaction times and sleepiness ratings, suggesting that subjective feelings of sleepiness may be an accurate predictor of fatigue-related impairments (Gorgoni et al., 2014; Kaida et al., 2006).

is in accordance with the

Sleep quality. Sleep quality was measured using the Spiegel Sleep Inventory (Spiegel, 1981), a self-administered questionnaire that inquiries about the previous night via six items on sleep initiation, quality and length; nocturnal awakenings; dreams; and feeling refreshed in the morning. A score below 15 suggests pathologic sleep whereas a score above 20 is considered good sleep.

Sleep duration. Physicians were asked to report previous day bedtime and awakening time. Accelerometer data was downloaded using the Geneactiv software and used to cross-validate data from sleep diaries. Combining the objective data from the accelerometer data with the subjective data from the sleep diaries provides a more accurate assessment of the actual sleep duration (Girschik et al., 2012; Littner et al., 2003; Lockley et al., 1999).

2.4. Statistical analysis

28 emergency physicians participated to the study. Data were gathered during 114 regular day shifts and 68 twenty-four hours shifts for a total of 182 shifts. All PVT scores and KSS ratings recorded after a rest break (typically between 1:00 AM and 4:00 AM) were excluded from the analysis. Preliminary analysis showed variability in testing times as well as a significant amount of missing data. Consequently, it was decided to consider testing time as a continuous predictor rather than a categorical variable. We obtained 326 observations after accounting for excluded and missing data. All statistical analyses were conducted using SPSS 22.0 software (IBM Corporation, Armonk, NY). We conducted linear mixed-effects regression models with maximum likelihood estimation. Subjects were specified as a random intercept to control for their associated intraclass correlation (Pinheiro & Bates, 2000). We centered variables before calculating cross-product terms following guidelines established by Aiken and West (1991), subtracting the mean of the variable such that the means of the centred variables were zero.

We first evaluated if reaction time or sleepiness ratings were significantly determined by time of day, time since awakening, sleep duration and sleep quality. Then we conducted additional models to test

whether sleepiness rating was a significant predictor of reaction time after controlling for time of day and time since awakening.

3. Results

3.1. Descriptive statistics

Participants were 28 (17 men and 11 women) emergency physicians working at the Emergency Department (ED) of the Liège University Hospital Centre. Participants' median age was 34 with a median working experience in the ED of six years. PVT and KSS data were collected between 1.03 and 16.28 hours since awakening ($M = 7.30$, $SD = 4.55$). Mean reaction time on the PVT was 445 milliseconds ($SD = 45$) and mean KSS ratings was 2.80 ($SD = 1.16$). Physicians reported sleeping an average of 7.39 ($SD = 1.16$) hours per night, with a mean sleep quality of 21.84 ($SD = 4.02$) as measured by the SSI.

Table 2. Descriptive statistics

Variable	Mean	SD	Median	Min	Max
Age	36.89	10.73	34	25	65
Working Experience	7.36	6.58	6	1	23
Mean Reaction Time	445	45	444	342	570
Karolinska Sleepiness Scale	2.80	1.16	3	1	7
Sleep Duration	7.39	1.00	7.25	5.25	10
Sleep Quality	21.84	4.02	22	12	29
Time Since Awakening	7.30	4.55	6.92	1.03	16.28

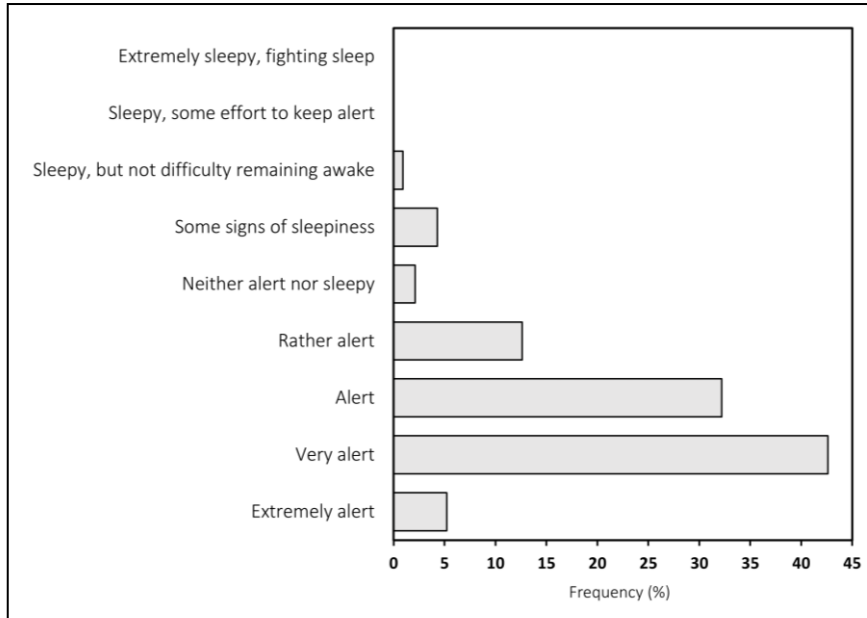


Figure 2. Frequency histogram of Karolinska Sleepiness Scale ratings.

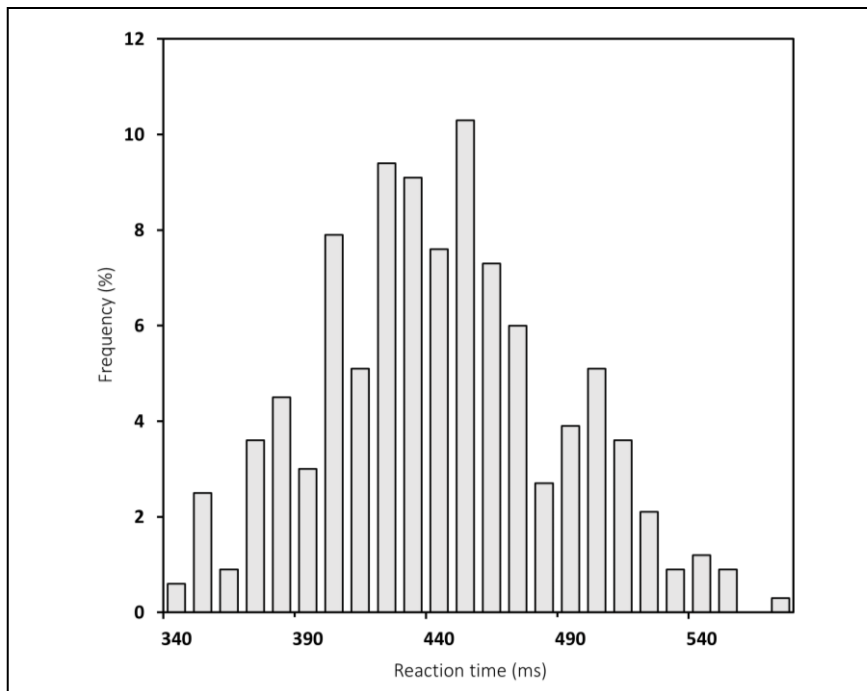


Figure 2. Frequency histogram of mean reaction times on the Psychomotor Vigilance Task.

3.2. Mixed models

The first model tested if time of day, time since awakening, sleep duration and sleep quality were significant predictors of mean reaction time on the Psychomotor Vigilance Task (Table 3). It was found that time since awakening significantly predicted mean reaction time, $F(1, 271) = 6.31, p = .01$, as did sleep duration, $F(1, 297) = 7.74, p < .01$, and time of day, $F(1, 272) = 3.86, p = .04$. As expected, participants' mean reaction time increased with time of day and time since awakening, and decreased with sleep duration. However, the main effect of sleep quality was not significant, $F(1, 292) = 1.02, p = .31$. The second model tested if time of day, time since awakening, sleep duration and sleep quality significantly predicted participant's sleepiness ratings on the Karolinska Sleepiness Scale (Table 3). It was found that sleep quality significantly predicted sleepiness ratings, $F(1, 166) = 26.69, p < .01$. Sleepiness ratings increased as sleep quality decreased. However, main effects of sleep duration, $F(1, 194) = 0.02, p = .96$, time of day, $F(1, 182) = 0.83, p = .36$, and time since awakening, $F(1, 180) = 0.70, p = .40$, were not significant.

Table 3. PVT and KSS sensitivity to fatigue-related indicators.

Measure	Mean RT				KSS			
	Estimate	SE	t	95% CI	Estimate	SE	t	95% CI
(constant)	539.55	45.13			6.50	1.22		
Fixed effects								
Time of Day	-9.47	4.82	-1.97	-18.96 – 0.02	-0.12	0.14	-0.91	-0.39 – 0.14
Time Since Aw.	12.07	4.81	2.51	2.60 – 21.52	-0.11	0.13	-0.84	-0.15 – 0.38
Sleep Duration	-8.69	3.12	-2.78	-14.83 – -2.54	-0.01	0.09	-0.39	-0.18 – 0.17
Sleep Quality	0.87	0.86	1.01	-0.83 – 2.57	-0.13	0.02	-5.17	-0.17 – -0.08
Random effects								
Subject	816.28	287.95			0.30	0.13		
Residual	1035.27	85.24			0.97	0.08		

Note. Linear Mixed Model Analysis with Mean RT and KSS as dependant variables, and subject as a random intercept. Reaction times measured in milliseconds. Time since awakening and sleep duration measured in hours. SE = standard error. Significant effects are indicated by boldface.

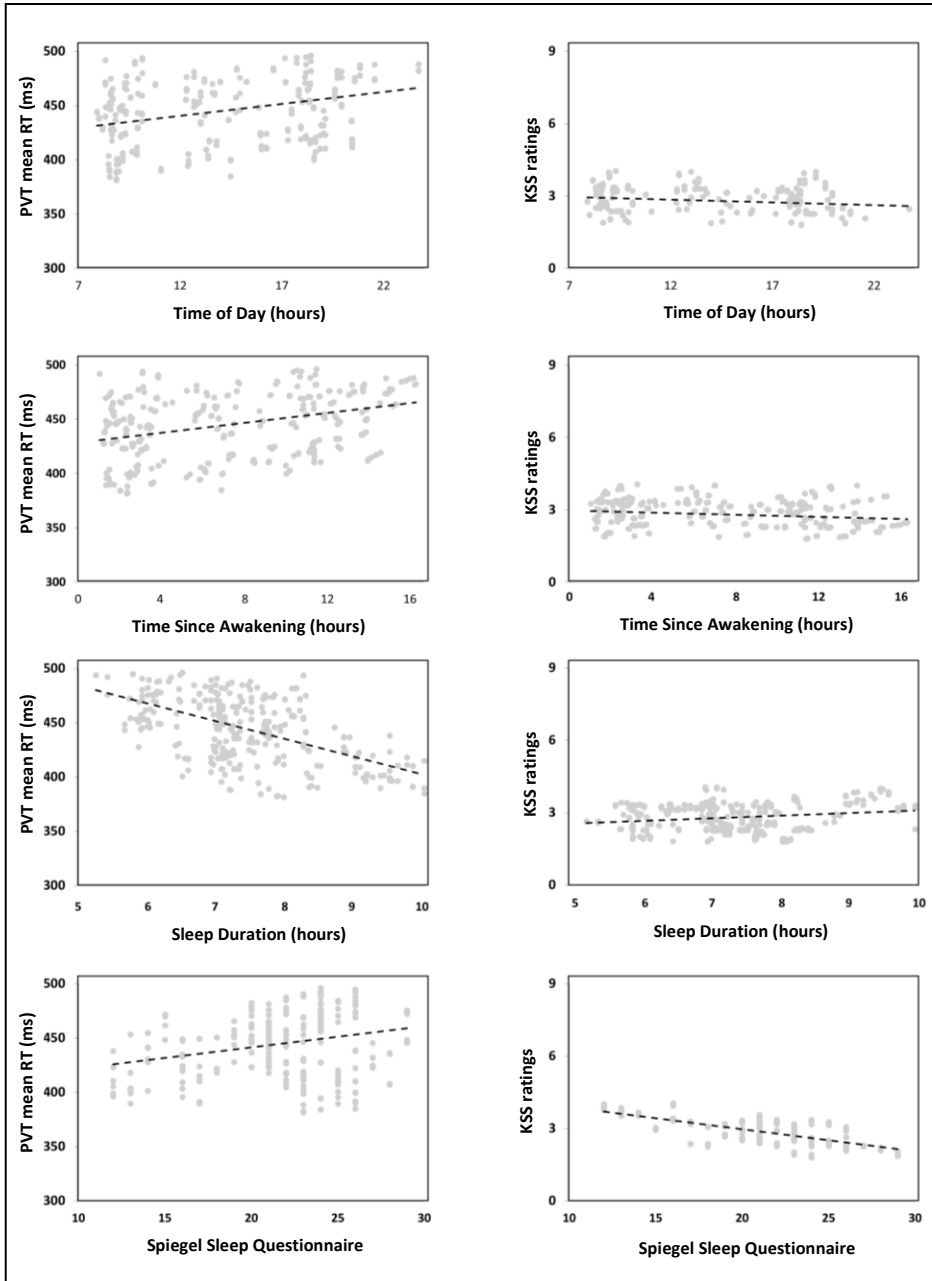


Figure 3. Predicted values of the Linear Mixed Model analysis. Dotted line: mean prediction.

The third model tested if participants' sleepiness ratings on the Karolinska Sleepiness Scale significantly predicted mean reaction time on the Psychomotor Vigilance Task after controlling for time since awakening (Table 4). Consistent with the above, it was found that time since awakening significantly predicted mean reaction time, $F(1, 304) = 45.25, p < .01$. However, the main effect of Karolinska Sleepiness Scale, $F(1, 318) = 0.02, p = .88$, and the interaction with time since awakening, $F(1, 309) = 0.19, p = .67$, were not significant.

Table 3. Sensitivity of sleepiness ratings as a predictor of sustained attention as a function of time since awakening

Measure	Estimate	SE	t	95% CI
(constant)	452.94	6.27		
Fixed effects				
Karolinska Sleepiness Scale	0.28	1.84	0.15	-3.34 – 3.89
Time Since Awakening	2.78	0.41	6.73	1.96 – 3.59
Karolinska * Time Since Awakening	-0.15	0.35	-0.43	-0.84 – 0.54
Random effects				
Subject	1038.78	331.51		
Residual	886.76	289.23		

Note. Linear Mixed Model Analyses with Mean RT as dependant variables and subject as a random intercept. Mean reaction times measured in milliseconds. SE = standard error. Significant effects are indicated by boldface.

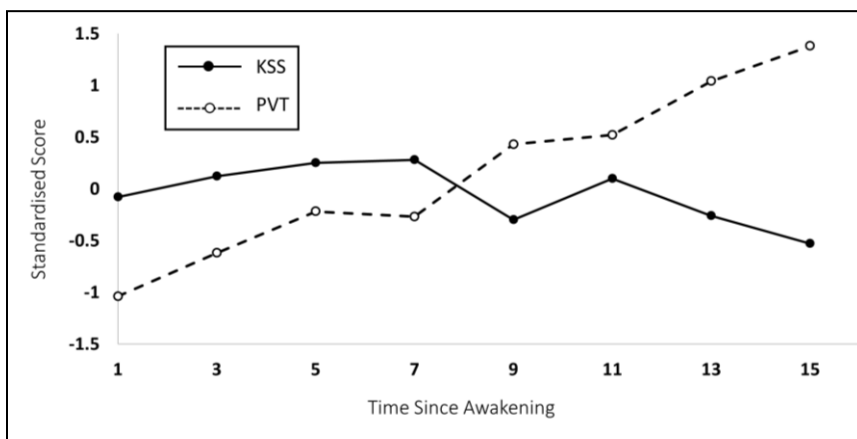


Figure 4. Standardised scores of KSS and PVT as a function of Time Since Awakening.

The last model tested if participants' sleepiness ratings on the Karolinska Sleepiness Scale significantly predicted mean reaction time on the Psychomotor Vigilance Task after controlling for time of day (Table 5). Consistent with the above, it was found that time of day significantly predicted mean reaction time, $F(1, 304) = 41.94, p < .01$. However, the main effect of Karolinska Sleepiness Scale, $F(1, 318) = 0.02, p = .89$, and the interaction with time since awakening, $F(1, 309) = 0.37, p = .54$, were not significant.

Table 5. Sensitivity of sleepiness ratings as a predictor of sustained attention as a function of time of day.

Measure	Estimate	SE	t	95% CI
(constant)	453.15	6.21		
Fixed effects				
Karolinska Sleepiness Scale	0.25	1.85	0.13	-3.39 – 3.88
Time of Day	12.71	1.88	6.48	8.47 – 15.87
Karolinska * Time of Day	-0.99	1.62	-0.61	-4.18 – 2.20
Random effects				
Subject	1086.78	88.85		
Residual	865.81	282.58		

Note. Linear Mixed Model Analyses with Mean RT as dependant variables and subject as a random intercept. Mean reaction times measured in milliseconds. SE = standard error. Significant effects are indicated by boldface.

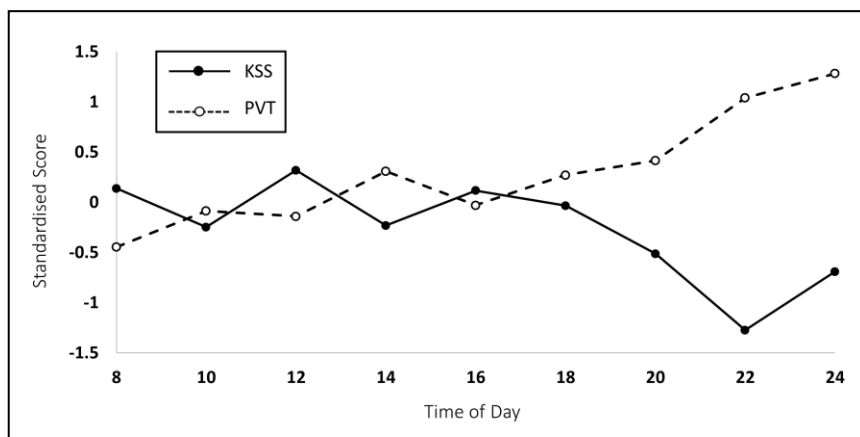


Figure 4. Standardised scores of KSS and PVT as a function of Time of Day.

4. Discussion

In this study, we sought to determine whether subjective feelings of sleepiness could provide accurate knowledge of fatigue-related impairments of workers involved in extended shifts. To this end, we compared performance on a reaction time task to sleepiness ratings of emergency physicians. We found that extended working hours affected reaction time and subjective ratings to different extents. Consistent with previous studies (Lamond et al., 2005), time since awakening was significantly associated with reaction time, showing a 10% increase over a 16-hour period. We also found that slower reaction times were associated with shorter sleep duration the preceding night. These results demonstrate the sensitivity of the PVT to sleep loss and fatigue associated with extended working hours. Physicians' sleepiness ratings while on duty, however, showed no significant association with time since awakening or sleep duration. KSS scores were stable over time while reaction times got steadily slower, suggesting that subjective sleepiness is not sensitive enough to capture changes in sustained attention over a 16-hour period. Further analysis confirmed that self-perceived sleepiness was not a significant predictor of PVT performance. However, no significant interaction of time of day or wake duration were found despite the increasing discrepancy between objective performance and subjective sleepiness over time.

Extended shift combined with night work is known to disrupt circadian rhythms and reduce sleep opportunity (Lee et al., 2010; Johnson & Lipscomb, 2006). Therefore, our results are consistent with experimental studies showing that individuals tend to underestimate fatigue-related impairments when sleep deprived or functioning under adverse circadian phase (Bermudez et al., 2016, Zhou et al., 2012, Cohen

et al., 2010; van Dongen et al., 2003). Surprisingly, sleep quality of the preceding night was significantly associated with KSS ratings, but not with PVT performance. Previous studies already demonstrated that sleep quality misperception exists in individuals with chronic fatigue syndrome (Jackson & Bruck, 2012). Neu et al. (2007) showed that CFS patients reported poorer subjective sleep quality than controls while objective sleep quality parameters did not differ significantly. Altogether, our results point toward a discrepancy between objective and subjective measures of fatigue-related variables in individuals working extended hours. This adds to the literature demonstrating that objective and subjective measures represent distinct concepts, and should not be considered as equivalent (Franzen et al., 2008, Frey et al., 2004, Leproult et al., 2003, Dinges et al., 1987).

Accurate fatigue-related risk perception is as a precondition to the effective management of fatigue in 24-hour operations. Discrepancies between subjective feelings of fatigue and actual fatigue-related impairments may give workers the illusion of being in control and hinder the deployment of mitigation strategies. Beyond harvesting and refining effective strategies, FRMS should ascertain that workers are able to spot contexts where the deployment of mitigation strategies is required. Moreover, organizations need to be provided with reliable and timely information to ensure workers are performing at adequate levels of alertness. Reliable screening techniques enable organizations to continuously monitor fatigue-related risk and ensure that appropriate corrective actions are implemented promptly. The 5-minute version of the Psychomotor Vigilance Task revealed to be both convenient and sensitive to changes in alertness occurring during extended working hours. However, the substantial amount of missing values suggest that

there also may be moments when it is impractical to ask workers to take 5 minutes to complete a neurobehavioral task. In these circumstances, the use of a single-item subjective rating is especially relevant. Although our results highlight the limits of relying on subjective ratings, it has been demonstrated that awareness of fatigue-related impairments can be improved with tasks that provide a feedback on cognitive performance (Dorrian et al., 2003). Equally important is raising awareness on the distortion that may exist between subjective feelings and actual impairments. Education regarding these factors may be integrated in FRMS in order to improve individual's ability to predict fatigue-related impairments.

Our study has some limitations. The emergency department is characterized by a highly disruptive, time-pressured environment (Levin et al., 2007) with both unpredictable and at times high-intensity workload periods (Skinner et al., 1997). In this context, we faced difficulties in gathering data at specific timestamps during the shift, as initially planned. To address this issue, it was decided to consider testing time as a continuous predictor rather than a categorical variable. Nonetheless, collected data are not equally distributed throughout 24-hour, fewer values typically occurring late in the night to the early following morning. It is arguable that participants' lack of compliance by the end of shift is partly attributable to overwhelming subjective sleepiness. Moreover, it was decided to exclude PVT scores and KSS ratings recorded after a rest break due to the lack of self-reported data regarding rest duration. Taken together, these factors could result in concealing the potential moderator effect of wake duration on perception of fatigue-related impairments. Further studies extending beyond 16-hour wake duration are needed to further explore the influence of extended shifts on

fatigue-related risk perception. Also, further research is required to determine the relative weight of circadian phase shifting and cumulative sleep deprivation in the decline of fatigue-related risk perception in extended shifts. Finally, studies involving larger samples are necessary in order to evaluate the potential moderator effect of individual characteristics such as age or working experience.

Étude 3

Informal fatigue-related risk management in the emergency department: a trade-off between doing well and feeling well?

Pierre Bérastégui¹ · Mathieu Jaspar¹ · Alexandre Ghuyssen² · Anne-Sophie Nyssen¹

¹ Cognitive Ergonomics Laboratory, University of Liège, Belgium

² Emergency Department, University Hospital Centre of Liège, Belgium

Submitted for publication.

Abstract. The effect of shift work on health and safety has long been a concern of public authorities, and increasingly stringent directives have been issued over the past decades. However, there are evidences that current directives still represent a hazard in some work settings by disturbing the sleep/wake regulation processes. Emergency physicians are known to be particularly vulnerable to sleep deprivation due to inconsistent shift rotation, extended duty periods and overnight calls. However, naturalistic studies have actually failed to systematically demonstrate that sleep deprivation is associated with poorer work performance in emergency physicians. The inconsistency of these results could reside in physicians' ability to compensate for fatigue-related impairments. Our aim is to identify informal fatigue management strategies used by emergency physicians and to assess the efficiency in terms of fatigue, work performance and associated risks for physician burnout. We conducted a prospective longitudinal study with 28 emergency physicians for a total of 182 shifts. At enrolment, participants answered the Maslach Burnout Inventory and the Fatigue Management Survey. During shifts, we measured fatigue using the Psychomotor Vigilance Task and work performance using an adapted version of the Physician Achievement Review. Our results show that emergency physicians working at this public sector hospital use different types of compensatory strategies to manage fatigue-related risk, and that some of these strategies might result in a trade-off between work performance and occupational burnout. We propose further considerations for the implementation and follow-up of a fatigue risk management system in the emergency department.

1. Introduction

Public authorities have long been concerned with the effect of shift work on health and safety, and increasingly stringent directives have been issued in recent decades. The European Commission now allows no more than 48 hours per week averaged over a 17-week period. Additionally, average working hours for night shifts may not exceed 8 hours per 24-hour period. It is estimated that 15 to 30% of workers are employed on the basis of shift work in industrialised countries (Ryu et al., 2017). However, despite these directives, there is evidence that shift work continues to represent a hazard by disturbing the sleep/wake regulation processes (Akerstedt & Wright, 2009). Sleep is largely regulated by the interaction between (1) homeostatic sleep pressure, which increases with time spent awake and decreases with sleep, and (2) the circadian drive for arousal, which is modulated by an endogenous oscillatory process which lasts close to 24-hours (Rogers et al., 2003). These two processes interact to create a balanced sleep-wake cycle which generates periods of wakefulness and sleepiness (Figure 1). The misalignment of the work sch-

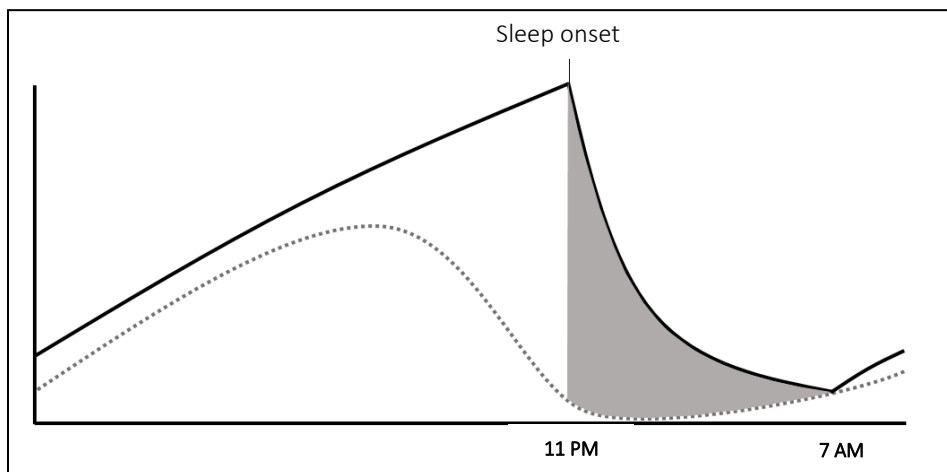


Figure 1. Two-process model of sleep regulation. Dashed line: Circadian drive. Bold line: homeostatic sleep pressure. Grey area: period of sleepiness.

-edule with the sleep-wake cycle leads to sleep deprivation, poor sleep quality and daytime sleepiness (Akerstedt & Wright, 2009; Schmidt et al., 2007). The effect of sleep loss is cumulative and can lead to chronic sleep deprivation lasting months or years (Baldwin & Daugherty., 2004).

Emergency physicians are particularly vulnerable to sleep deprivation. The primary role of emergency departments (EDs) is to provide acute care for patients, 24-hours a day and 365 days a year. However, the role of EDs has expanded over time and they now act as a 24/7 portal for inpatient admission and as a primary safety net to relieve the load from other departments (Schuur & Venkatseh, 2012). Multiple reports point out a steady increase in emergency room visits (NASSEM, 2007; Moore et al., 2017) as well as a shortage of emergency workers (Hunnicuttt, 2015; Reiter et al., 2016). Overcrowding in EDs has become a significant public health problem worldwide (Derlet et al., 2001; Stead et al., 2009; Cha et al., 2009; Thijssen et al., 2012) and emergency physicians are required to work more to keep pace with this increasing demand for care. In response, in 2003 the European Commission authorised an additional weekly working time of 12 hours for emergency physicians, raising the permissible weekly working time to 72 hours per week. Additionally, emergency physicians are now allowed to work up to 24 hours in a row, to ensure care continuity. In this context, it is not surprising that situations where sleep-deprived physicians are working has been reported. Handel et al. (2006) showed that 38% of 602 emergency physicians who completed the Epworth Sleepiness Scale were suffering from excessive daytime sleepiness. More recently, another study involving 37 emergency physicians showed that 30 of them reported poor sleep quality and that the number of night shifts per month was the most important determinant of physicians' sleep quality (Tur et

al., 2015).

Experimental research has systematically demonstrated that sleep deprivation is associated with psychomotor and cognitive impairment resulting in poorer task performance (Lim and Dinges, 2010; Lo et al., 2012; Muto et al., 2016). Most of these studies have been conducted in controlled settings and involve the completion of experimental tasks, despite the fact that these artificial settings have little in common with physicians' everyday work. Studies involving emergency physicians actually providing care have yielded contradictory results. Kramer (2010) showed that naturalistic studies failed to demonstrate that sleep deprivation results in harmful medical errors in clinical situations. Multiple studies also demonstrated that mortality and morbidity rates were unaffected by the 2003 changes to duty hours (de Virigilio et al., 2006; Salim et al., 2007; Morrison et al., 2009). In a more recent meta-analysis, Mansukhani et al. (2012) concluded that sleep deprivation and shift work adversely affected patient care, and that further studies were required to assess longer-term effects on physician-related outcomes.

One of the key factors that could be involved in the inconsistency of these results resides in physicians' ability to compensate for fatigue-related impairments. Dawson and McCulloch (2005) first introduced the notion of fatigue proofing strategies (FPS) to refer to any compensatory strategies aiming to reduce the likelihood a sleep-deprived operator will make an error. In contrast, fatigue reduction strategies (FRS) refer to any strategies aiming to reduce the likelihood that a sleep-deprived operator is working. According to Dawson et al. (2012), FRS and FPS are complementary approaches and must be integrated into a comprehensive fatigue risk management system (FRMS). FRS can be achieved through the prescription of maximum shift and minimum break duration (level 1),

the systematic control of sleep hours (level 2), or other behavioural indicators (level 3). FPS, on the other hand, aim to make the system more resilient to fatigue-related errors (level 4). These levels can be conceptualised as a series of defensive layers positioned at four points along the potential event trajectory (Figure 2). According to Dawson et al. (2012), most formal controls addressing fatigue-related risk rely on reduction strategies through regulating hours of service (level 1) and do not encompass the notion of fatigue proofing. Consequently, fatigue proofing strategies typically develop as informal work practices in contexts where it is not possible or desirable to further reduce work hours. Therefore, the FRMS framework is particularly relevant to the ED and informal FPS may be used by emergency physicians to sustain acceptable performance despite sleep deprivation.

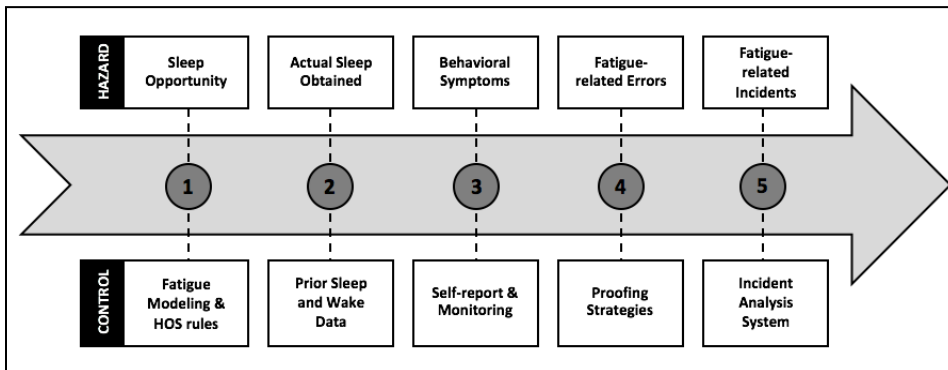


Figure 2. Fatigue-related risk trajectory. Fatigue-related risk trajectory with identifiable hazards and controls (adapted from Dawson & McCulloch, 2005). HOS: Hours of Service.

The idea that compensatory mechanisms could be involved in human performance is not new. In 1997, Hockey first proposed a cognitive-energetic model to account for the variability of human performance under stress, fatigue or other conditions affecting general performance. According to Hockey, performance may be protected in

response to high work demands by the recruitment of further resources. Although the initial response is adaptive in the short run, it is likely to attract subsequent behavioural and physiological costs if carried out under prolonged high workload conditions. These are referred to as “compensatory costs” and include sympathetic dominance or negative affects during the task (Harris, 1998). The long-term effect of compensatory effort is a draining of emotional resources eventually resulting in a breakdown (Bakker & Demerouti, 2006). The cognitive-energetic theory provided the basis for describing the underlying processes of a burnout. Burnout syndrome is defined as a prolonged response to work-related stressors in an attempt to adapt or protect oneself from them (Maslach & Leiter, 2016). While burnout and prolonged fatigue can be seen as overlapping concepts, it also appears that they can occur as separate conditions (Leone et al., 2007). Burnout is not merely fatigue but a specific work-related syndrome comprised of three dimensions often described as sequential stages (Schaufeli & Taris, 2005). First, high job demands cause a depletion of the operator’s emotional resources in an attempt to cope (i.e., emotional exhaustion), which then precipitates negative, cynical attitudes and impersonal feelings towards patients or colleagues (depersonalization), and ultimately leads to feelings of inadequacy and failure (lack of personal accomplishment). It is estimated that emergency physicians are more than three times more likely to experience burnout syndrome than the average physician (Berger, 2013). Contributing factors responsible for increased vulnerability include time pressure, uncertainty and lack of control. In this context, the benefits of FPS in terms of sustainable performance need to be analysed in relation to the associated psychological costs for the physician. Based on the cognitive-energetic model, we make the assumption that the recurrent use of FPS in everyday

work may place a strain on emergency physicians' resources and gradually lead to a point where they cannot cope with the interminable stress. FRS, on the other hand, aim to reduce the burden of fatigue and thus, from a psychological standpoint, are more likely to have reparative qualities.

Although many investigations have looked at the detrimental effect of sleep deprivation (SD) on physician performance (Gates et al., 2018), as yet no studies have systematically evaluated the potential moderating role of informal FPS. Moreover, little attention has been devoted to the potential longer-term effects of FPS on physicians' health. Using a mixed-method approach, we aimed to harvest FRS and FPS at the local level and to assess their efficiency in terms of fatigue, work performance and associated risks of burnout. Based on the FRMS model (Dawson & McCulloch, 2005), we postulate that (1) the use of FRS is negatively associated with fatigue, and (2) the use of FPS mediates the relationship between fatigue and performance. In keeping with the cognitive-energetic model (Hockey, 1997), we postulate that (3) the use of FRS is negatively associated with burnout; and (4) the use of FPS is positively associated with burnout.

2. Method

2.1. Participants

This study was conducted over a 10 month period in 2016/17 in the ED of the Liège University Hospital Centre, a tertiary-care centre with an ED volume of 92,775 patients in 2015. All participants were informed about the study and asked to participate on a voluntary basis. Twenty-eight out of 32 emergency physicians agreed to participate in the study. In accordance with the Declaration of Helsinki, all participants

gave their written informed consent prior to their inclusion in the study. Physicians were free to withdraw from the study at any time. The study was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Psychology of the University of Liège and by the Ethics Committee of the Medical Centre of the University of Liège.

2.2. Materials

Fatigue management strategies. We designed the Fatigue Management Survey (FMS) assessing the frequency of use of fatigue management strategies (Bérastégui et al., 2018). Strategies were previously extracted from focus group discussions with emergency physicians from the same facility as the current study. The survey assesses the frequency of use of 33 fatigue management strategies on a six-point Likert scale (see Procedure for further details on the development of the FMS). Physicians were asked to indicate how often they used each strategy when they felt tired (from “never” to “very often”). In order to measure relatively stable habits, physicians were asked to relate to a reference period of six months.

Fatigue. The Psychomotor Vigilance Task is a reaction time task which is widely used to discriminate between sleep deprived subjects and alert subjects (Lee et al., 2010; Basner et al., 2011). Lapses in attention as measured by the PVT indicate fatigue that is caused by either sleep loss or time-on-task (Warm et al., 2008). We measured fatigue using an Android-based touchscreen version of the Psychomotor Vigilance Task (Kay et al., 2013). The application was installed on a Huawei Y560 Android smartphone (Figure 3). Participants were presented with stimuli that occur at random intervals with an inter-stimulus interval (ISI) of between two and ten seconds. We used a five minute version instead of

the standard 10 minute PVT for reasons of time constraints. Research shown that the five minute PVT is a reasonable substitute in applied settings where use of the standard 10 minute PVT is not feasible or desirable (Lamond et al., 2005; Roach et al., 2006). Reaction times were used to compute the fastest tenth percentile (i.e., optimal performance) for each trial. The fastest tenth percentile is known to be particularly sensitive in terms of detecting the very early effects of growing sleep pressure (Graw et al., 2004).

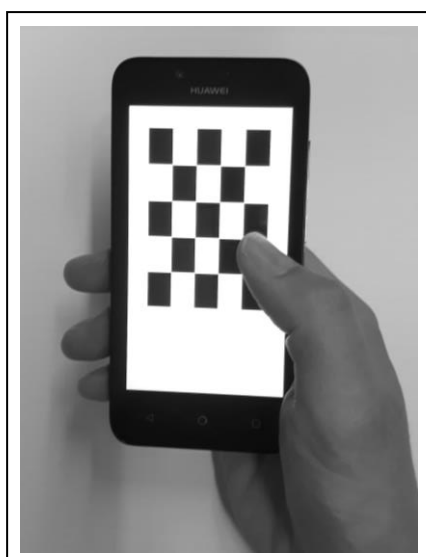


Figure 3. Psychomotor Vigilance Task. PVT-Touch running on a Huawei Y560 smartphone with stimulus visible.

Work performance. We measured work performance using a four-item retrospective scale (WPS) asking physicians to indicate how they performed during the shift according to four areas of expertise. These areas were adapted from the self-assessment component of the Physician Achievement Review (PAR) by the College of Physicians and Surgeons of Alberta (Hall *et al.*, 1999). The original tool is a 360-degree performance review gathering data from patients, medical colleagues, co-

workers and self-assessment to evaluate the working performance of general physicians. We eliminated items which were not relevant to emergency medicine from the self-assessment subscale and obtained a set of 25 items. Items were regrouped into four performance areas: Clinical Competency, Patient Interaction, Care Coordination and Professional Self-Management. “Clinical Competency” refers to the ability to assess, diagnose, select and execute appropriate treatments for the patient. “Patient Interaction” refers to the ability to communicate with patients and families in a manner that conveys respect and compassion. “Care Coordination” refers to the ability to communicate effectively the steps needed for continuing care to patients or colleagues. “Professional Self-Management” refers to the ability to maintain quality medical records, to manage health care resources, professional development and stress. Physicians reported how well they performed on each of these dimensions on a five point Likert Scale ranging from “very poorly” to “very good”. We combined the performance scale and PVT-Touch into a practical and functional Android-based application installed on a Huawei Y560 smartphone.

Occupational burnout. We measured occupational burnout using the Medical Personnel variation of the Maslach Burnout Inventory Human Services Survey (Maslach, 1986). The MBI is the most frequently used instrument worldwide to evaluate burnout, due to the well-established support for its reliability and validity (Maslach *et al.*, 1996). The questionnaire is composed of 22 items assessing the three dimensions of occupational burnout: emotional exhaustion (EE), depersonalization (DP) and personal accomplishment (PA). The EE subscale contains nine items describing feelings of being emotionally exhausted because of work. The PA subscale contains eight items describing feelings around competence and successful achievement at work. The DP subscale

contains five items and describes detached and impersonal treatment of patients. Participants are asked to record their feelings on a seven point scale, ranging from never having those feelings to having those feelings every day. Burnout syndrome is characterised by the conjunction of high scores on EE (>30) and DP (>12) subscales, and a low score on the PA subscale (<33).

2.3. Procedure

2.3.1. Strategy identification phase

As mentioned above, we previously conducted a focus group study to identify strategies used by emergency physicians to manage fatigue-related risk (Bérastégui et al., 2018). We conducted four focus group sessions with a total of 25 emergency physicians from the same facility as the current study. Qualitative data were collected using a semi-structured discussion guide in two parts. Participants were first asked to describe how on-the-job fatigue affected their efficiency at work. A mind map was progressively drawn based upon participants' perceived effects of fatigue. Participants were then asked to describe any strategies they personally used to cope with these effects. We used inductive qualitative content analysis to reveal content themes for fatigue management strategies. Strategies aiming to reduce the subjective experience of fatigue were categorised as Fatigue Reduction Strategies (FRS), and strategies aiming to alleviate the impact of fatigue on performance were labelled as Fatigue Proofing Strategies (FPS). Emergency physicians reported 12 FRS and 21 FPS. Each reported strategy was converted in a positively worded behavioural item and physicians were asked to indicate how often they use each strategy on a six point Likert scale ranging from “never” to “very often”.

2.3.2. *Time window determination phase*

Prior to data collection, we conducted a pre-study to determine the most appropriate time for measuring fatigue (i.e., 6.30pm to 7.30pm for the day shift; 9.30pm to 11pm for the night shift). Our objective was to measure fatigue at its peak in order to maximise the effect size and thus increase the statistical power of the study. Additionally, typical daily workload distribution was taken into account in order to minimise disruption to the physicians' activity and reduce missing values. To this end, we assessed physicians' physical activity using a tri-axial accelerometer (GENEActiv Original). The device was attached to the physician's dominant wrist with a strap and worn for a two-week period. Twelve emergency physicians participated in this phase for a total of 20 shifts. Accelerometer data were collected for regular day shift ($n=12$) and 24-hour shift ($n=8$). We computed a gravity-subtracted sum of vector magnitudes (SVMgs) based on 60 seconds epoch and averaged data across participants. Figure 4 shows a 60-second epoch chart with accelerometer data compiled for both shifts. We isolated a time window for each shift based on accelerometer data and the circadian drive for arousal. Time windows had to meet three criteria: 1) be characterised by sedentary activity (SVMgs < 57.5), 2) succeed a significant peak of physical activity (SVMgs > 84.4), and 3) be as close as possible to the window of circadian low. We used intensity cut-points validated by Dillon and colleagues (2016) for dominant wrist on GENEActiv accelerometer.

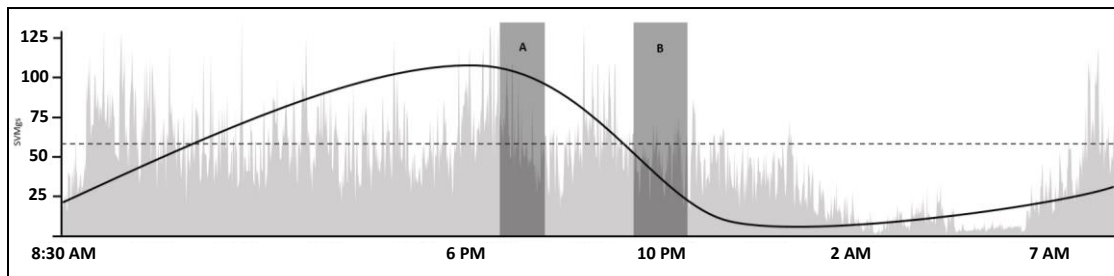


Figure 4. Time windows determination. Physical activity as a function of time fitted with the circadian drive for arousal. SVM: Sum of Vector Magnitudes (30Hz frequency, 60-seconds epoch). Bold line: circadian drive. Dashed line: sedentary activity cut-point. A: testing time for regular day shift, B: testing time for 24-hour shift.

2.3.3. Data collection phase

At enrolment, participants answered the fatigue management survey and the Maslach Burnout Inventory, and were provided with an android smartphone preinstalled with the application. Participants were instructed to perform the PVT at previously specified time windows and to answer the performance scale at the end of shift. Additionally, physicians were asked to report the times they went to sleep and woke-up the preceding night. Sleep logs were combined with accelerometer data to compute sleep duration for the preceding night. Twenty-eight emergency physicians took part in the study for a total of 182 shifts (114 day shifts and 68 24-hour shifts). A summary of the procedure is presented in Figure 5.

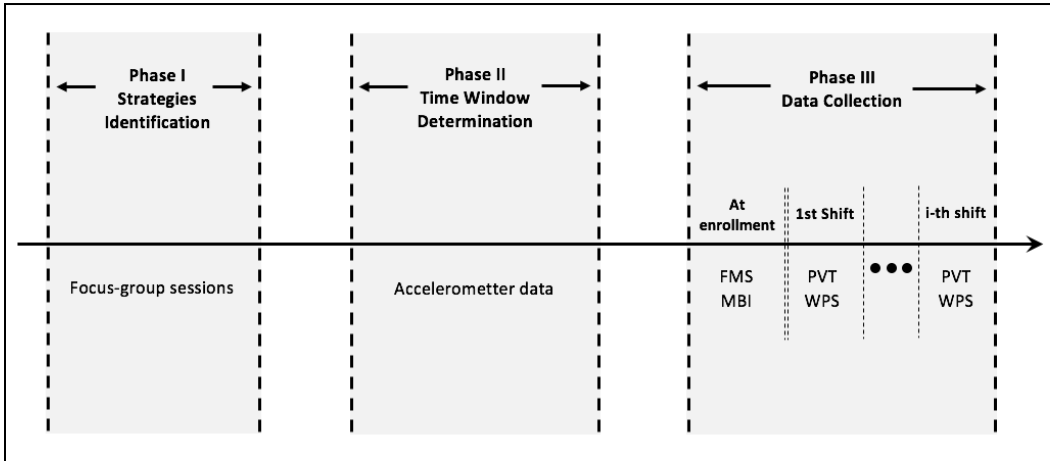


Figure 5. Timeline of measurements. Phase 1: strategies extracted from focus group sessions and development of the FMS. Phase 2: determination of the most appropriate time windows to capture fatigue at its peak using accelerometer device. Phase 3: prospective longitudinal data gathering with FMS & MBI as a baseline, and PVT & WPS on each shift. FMS: Fatigue Management Survey. MBI: Maslach Burnout Inventory. PVT: Psychomotor Vigilance Task. WPS: Work Performance Scale.

2.4. Statistical procedures

All statistical analyses were conducted using SPSS 22.0 software (IBM Corporation, Armonk, New York, US). We conducted linear mixed-effects regression models with maximum likelihood estimation to test 1) whether FRS was significantly associated with reaction time, and 2) the potential moderating role of FPS in the relationship between reaction time and work performance. Subjects were specified as a random intercept to control for their associated intraclass correlation (Pinheiro & Bates, 2000). In contrast to a traditional regression analysis, mixed-effects models make it possible to control for the variance associated with random factors without data aggregation (Baayen *et al.*, 2008; Judd *et al.*, 2012). For the sake of brevity, we present only the F tests from the mixed-effects procedure results (type III Wald F tests with Satterthwaite

degrees of freedom approximation). Finally, 3) we conducted separate multiple regression analyses with maximum likelihood estimation to test whether FRS and FPS frequency significantly predicted the three dimensions of burnout.

3. Results

3.1. Frequency of use of fatigue management strategies

Table 1 shows the mean frequency of use of each fatigue management strategy included in the FMS. Frequently-used FRS included rest time management, food or energy drink intake, physical exercise and social interactions. To a lesser extent, physicians reported listening to or thinking about music, getting a breath of fresh air, showering or freshening up. Napping was the least frequently used strategy. Three of the four most frequently-used FPS relate to communication with patients and colleagues. Physicians reported completing the patient record as and when it comes rather than letting things pile up. Frequently-used FPS also include focusing, self-motivation, double-checking, rehearsal and the increased use of cognitive aids, manuals or databases. To a lesser extent, physicians reported seeking instrumental support, varying tasks and relying on checklists. Least-frequently used FPS included seeking moral support, deferring tasks and cross-checking.

Table 1. Frequency of use of fatigue management strategies.

Fatigue reduction strategies	Mean
I anticipate and regroup tasks as much as possible in order to maximize rest time	4.86
I have an energy drink (coffee, tea, coke, etc.)	4.50
I take advantage of lull periods to have a non-work related talk with my colleagues	4.05
I take advantage of lull periods to take the time to eat slowly	4.00

I try to keep moving as much as possible to stay awake	3.95
I have a quick snack	3.90
I take advantage of lull periods to be physically active (running, walking, etc.)	2.60
I sing or I think about songs	2.57
I take advantage of lull periods to take some fresh air and/or to smoke a cigarette	2.50
I listen to music while doing paperwork to stay awake	1.90
I take a brief shower or I dampen my face with cold water	1.79
I have a nap whenever it is possible	1.70
Fatigue proofing strategies	
I tend to interact with patient in way that creates a climate of closeness	4.95
I complete the patient record as and when it comes rather than letting things pile up	4.85
I engage conversation with the patient on a humorous note	4.75
I communicate more with my colleagues	4.53
I strongly focus to avoid any inattention mistakes	4.50
I talk to myself or others about what I've done to make sure I didn't forget anything	4.5
I double check drug prescriptions and dosage regimen	4.42
I do some self-motivation, I tell myself to hold on and that the shift is about to end	4.33
I focus on one task at a time	4.33
I use algorithms or other cognitive aids more often	4.10
I rely more on manuals or databases than my memory	4.05
I seek instrumental support from my supervisor or colleagues	4
I try to vary tasks as much as possible to avoid boredom	3.55
I let nurses know I'm tired so they pay more attention to what I'm doing	3.37
I rely more on experienced nurses for specific tasks they are qualified for	3.35
I write down things I've left to do so I don't forget them	3.00
I seek moral support from my colleagues	2.95
I defer secondary goals to colleagues while I take care of the primary goal	2.93

I ask a colleague to double-check what I've done	2.7
I take a brief moment to relieve the tension before interacting with a patient	2.65
I defer complex but non-urgent tasks to my colleagues working the following shift	2.5

Note. Mean scores for FRS and FPS frequency of use. Likert scale from 1 (never) to 6 (very often).

3.2. Sleep duration

Sleep logs and accelerometer data for the night prior to testing were combined in order to compute sleep duration (Figure 6). Participants slept for an average of 7.39 (SD = 1.16) hours the night preceding the testing. In order to ascertain the sensitivity of the five minute PVT for measuring fatigue, we performed a linear mixed-effects regression of sleep duration and time since awakening on PVT reaction time. It was found that the time since awakening significantly predicted reaction time ($F = 41.65, p < 0.01$) as did sleep duration ($F = 8.48, p < 0.01$).

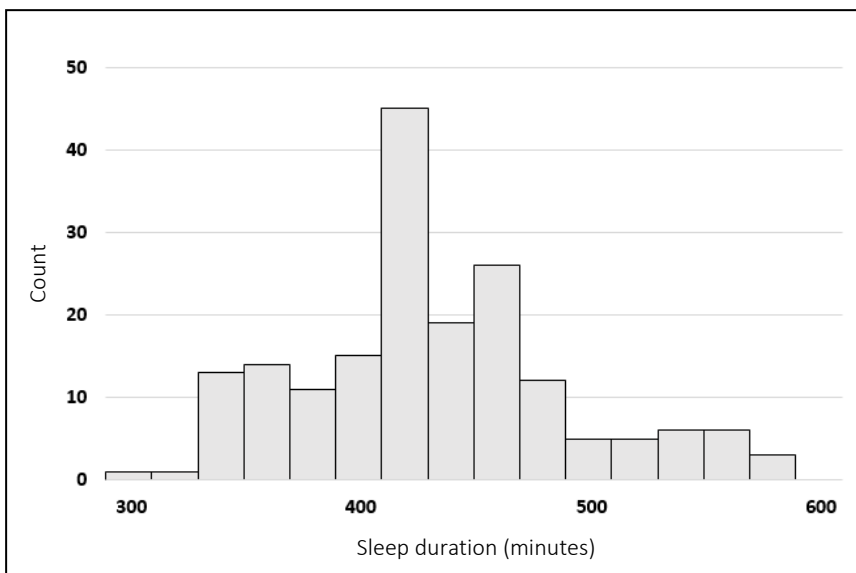


Figure 6. Sleep duration.
Histogram of sleep duration in minutes.

3.3. Effect of fatigue reduction strategies on reaction time

The first model tested whether FRS frequency significantly predicted the fastest 10% reaction time (Figure 7). Indeed, we found a significant negative effect of FRS on the fastest 10% reaction time, $F(1, 22) = 8.02, p = 0.01$. High FRS frequency of use was associated with a fast reaction time on the Psychomotor Vigilance Task.

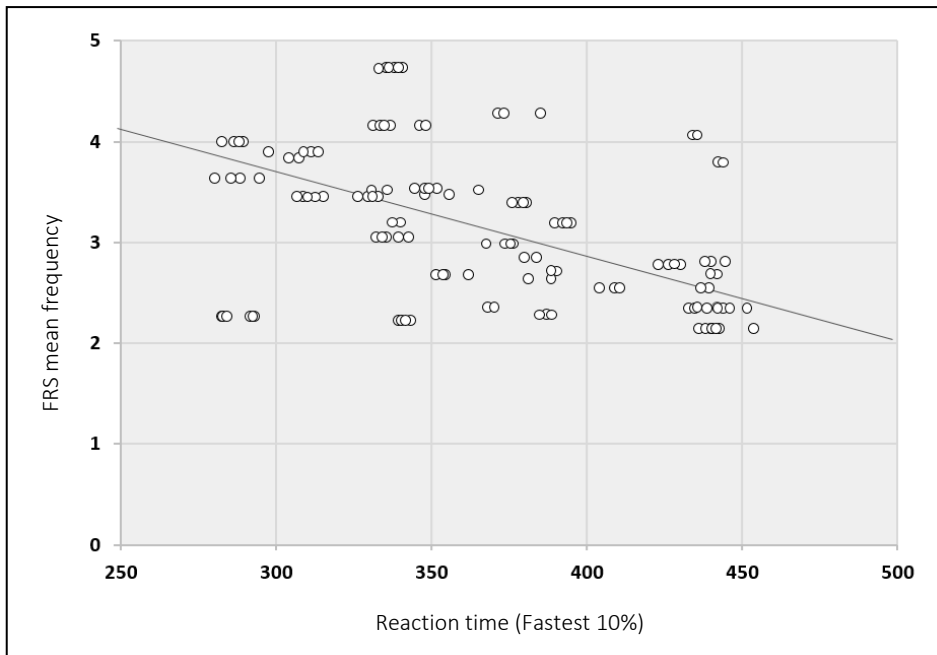


Figure 7. Efficiency of Fatigue Reduction Strategies. Scatterplot showing associations between the fastest 10% reaction time and frequency of use of Fatigue Reduction Strategies.

3.4. Role of fatigue proofing strategies in the relationship between reaction time and work performance

We used additional mixed-effects models to investigate whether FPS frequency mitigates the relationship between the fastest 10% reaction time and work performance. After centring FPS frequency and

the fastest 10% reaction time and computing the interaction (Aiken & West, 1991), the two predictors and the interaction term were entered into separate models for each of the four work performance dimensions (Table 2). All models indicated an acceptable level of multicollinearity between predictors ($VIF < 3$). The fastest 10% reaction time was found to have a significant positive effect on patient interaction, $F(1, 25) = 27.61, p < 0.001$, and FPS significantly moderated that relationship, $F(1, 94) = 4.91, p = 0.029$. There was a significant positive effect of FPS on self-management, $F(1, 23) = 5.99, p = 0.023$, and a significant interaction, $F(1, 101) = 5.92, p = 0.017$. FPS was found to have a positive effect on clinical competence, $F(1, 21) = 21.20, p < 0.001$, but the interaction with fastest 10% reaction time is non-significant, $F(1, 69) = 3.25, p = 0.076$. The care coordination model shows no significant main effects or interaction. Figure 8 shows slopes for work performance at various value of FPS.

Table 2. Efficiency of Fatigue Proofing Strategies.

	Clinical competence			Patient interaction			Care coordination			Self management		
	F	df	p	F	df	p	F	df	p	F	df	p
FPS	21.20	21	.01	3.13	23	.09	1.42	25	.25	5.99	23	.02
RT	1.26	20	.28	27.61	25	.01	0.88	26	.36	2.17	34	.15
FPS * RT	3.25	69	.08	4.91	94	.03	0.38	100	.54	5.92	101	.02

Note. Mixed-effect models with clinical competence, patient interaction, care coordination and self-management as dependent variables and participant as a random intercept.

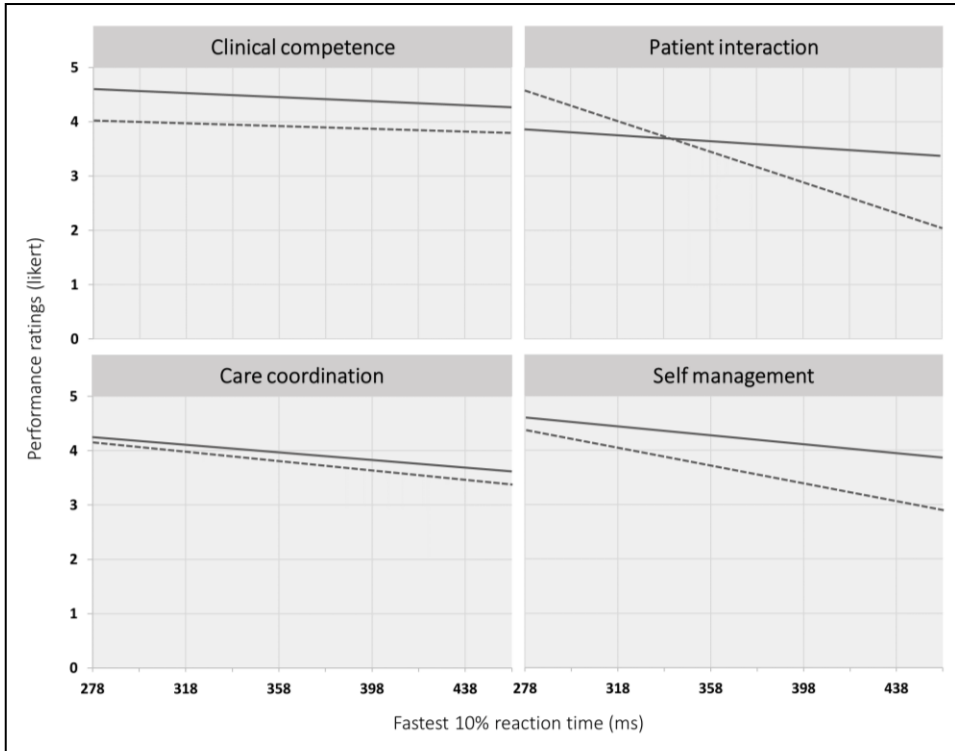


Figure 8. Efficiency of Fatigue Proofing Strategies. Simple slopes showing the moderating effect of Fatigue Proofing Strategies on the relationship between the fastest 10% reaction time and each of the four work performance dimensions. Dashed/bold lines: physicians scoring one or more standard deviation below/above mean FPS frequency of use.

3.5. Effect of fatigue reduction and proofing strategies on burnout

The levels on MBI subscales are illustrated in Figure 9. Based on MBI thresholds (Maslach, 1996), 7% of the physicians presented high levels of emotional exhaustion, 25% demonstrated high levels of depersonalization and none presented low levels of personal accomplishment at work. 25% of physicians demonstrated at least one of the three dimensions indicating a high bias towards burnout, while 7% presented at least two of the three dimensions. A high proportion of physicians had medium levels of emotional exhaustion and

depersonalization. The relatively high scores recorded for personal accomplishment indicated that none of the physicians were suffering from burnout syndrome at the time the MBI was administered.

Separate multiple regression analyses were conducted to test whether FRS and FPS frequency significantly predicted the three dimensions of burnout (Table 3). It was found that FPS frequency significantly predicted emotional exhaustion ($\beta = 0.79, p < .001$). High FPS frequency of use was associated with high scores on the emotional exhaustion MBI subscale (Figure 10).

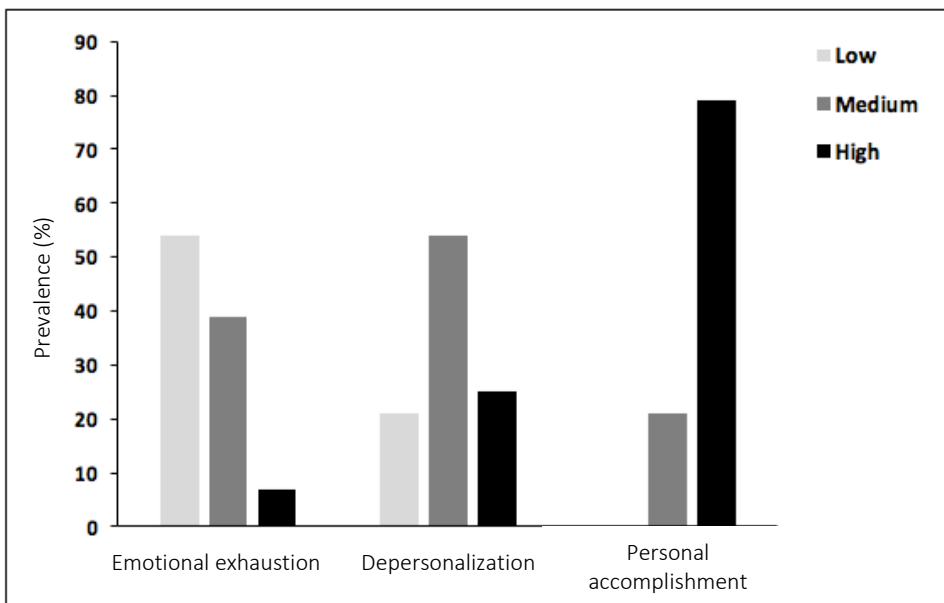


Figure 9. Maslach Burnout Inventory. Prevalence of MBI subscales according to Maslach's threshold scores.

Table 3. Associated costs of fatigue management strategies.

	Emotional exhaustion			Depersonalization			Personal accomplishment		
	β	t	p	β	t	p	β	t	p
FRS	-0.06	-0.37	.71	0.29	1.38	.18	-0.34	-1.73	.10
FPS	0.79	5.29	<.01*	0.22	1.05	.31	-0.33	-1.67	.11
Adjusted R ²	.57			.14			.29		

Note. Multiple linear regression models with emotional exhaustion, depersonalization and personal accomplishment as dependent variables.

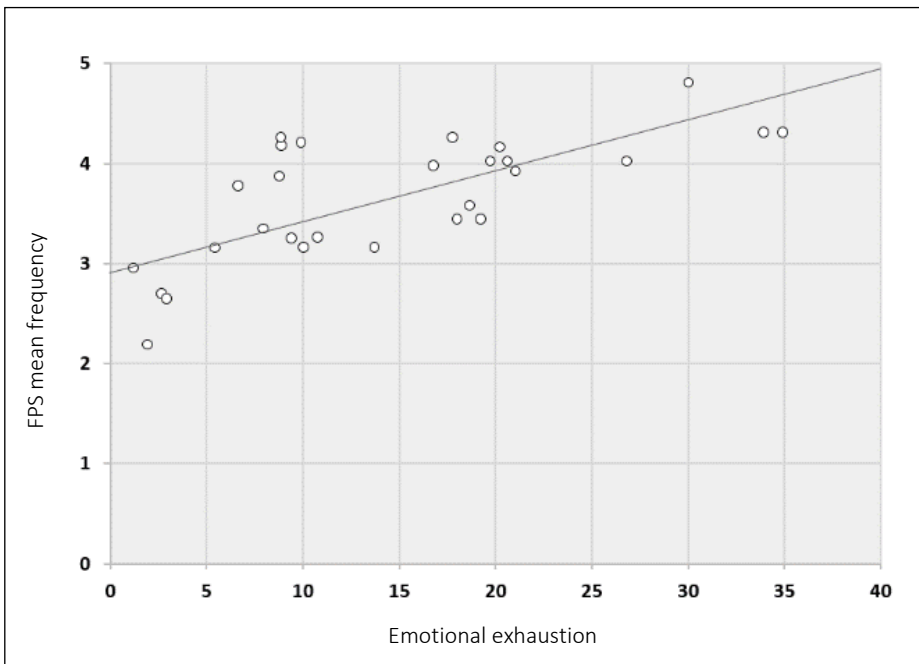


Figure 10. Associated costs of Fatigue Proofing Strategies. Emotional exhaustion dimension as a function of FPS frequency of use.

4. Discussion

In this study, we aimed to assess the impact of informal fatigue management strategies on fatigue, work performance and well-being using burnout measurements. In accordance with the FRMS model (Dawson & McCulloch, 2005), we postulated that FRS are associated with reduced levels of fatigue, and that FPS effectively mitigate the relationship between fatigue and performance. Following a cognitive-energetic approach (Hockey et al., 1997), we hypothesised that FPS, unlike FRS, may result in a trade-off between performance and well-being, using burnout as a measurement. We will discuss our results in relation to the scientific literature and propose further considerations for the implementation of FRMS in the ED.

Studies conducted in controlled settings have repeatedly demonstrated that sleep deprivation has a detrimental effect on attention (Lim & Dinges, 2008), working memory (Harrison *et al.*, 2000), psychomotor proficiency (Khazaie *et al.*, 2010), decision making (Schnyer *et al.*, 2009) and behaviour (Alhola & Polo-Kantola, 2007). However, research regarding clinical performance in residency settings has been less conclusive, due to the difficulty in designing such studies. Our attempt to investigate this relationship suggests that only some SD effects demonstrated in laboratory research translate to emergency physicians actually providing care. Of the four work performance dimensions addressed, patient interaction was the only one associated with decreased reaction time. These results are consistent with meta-analyses which conclude that sleep deprivation alters mood to an even greater extent than it does cognitive or motor functions (Pilcher & Huffcutt, 1996; Philibert, 2005). Sleep deprivation is known to be associated with reduced empathy (Guadagni et al., 2014; Bonnet, 2003;

Harrison & Horne, 2000b). Empathy is an essential attribute of the patient-physician relationship, and has been shown to facilitate more accurate diagnoses and caring treatment (Schliesman, 2016). Altogether, our results add to the literature showing that SD is detrimental to empathy and compassion, two critical resources involved in the patient-physician relationship.

With regard to the measures used in our study, our findings revealed a significant interaction between the fastest reaction time and FPS frequency of use for the patient interaction and self-management subscales. These results advocate for the potential moderating role of FPS to sustain acceptable work performance despite lack of sleep. More specifically, physicians use proofing strategies to maintain appropriate patient-physician relationships and effective management of healthcare resources while sleep deprived. However, our results suggest that informal FPS may represent a significant risk for the operator over the longer term. In fact, physicians' scores on the emotional exhaustion sub-dimension of MBI were found to be positively associated with the frequency of use of FPS. "Emotional exhaustion" refers to the experience of being emotionally overstretched or drained by work demands. This finding is especially interesting when considering the nature of the most frequently used FPS, as two of the three most frequently-used FPS relate to patient interaction. Physicians tend to interact with patients in way that creates a climate of closeness and to engage conversations on a humorous note. During focus group sessions, physicians reported using these strategies to compensate for the irritability or harshness they typically experienced when tired (Bérastégui et al., 2018). Taken together, these results suggest that FPS may cause the depletion of physicians' emotional resources. However, we cannot completely rule out the possibility that the direction of causation is the opposite: it could be

that emotional exhaustion triggers the use of FPS in an attempt to cope. Indeed, research on emotion regulation shows that emotional labour can be simultaneously considered as an effortful process that drains mental resources and as a process for recovering resources by contributing to the development of rewarding relationships (Brotheridge & Grandey, 2002). The overall effect on emotional exhaustion depends on the balance between these two processes. Further research involving longitudinal follow-up is required to ascertain the nature of causality in this relationship.

Emotional exhaustion is often defined as the first stage of burnout, followed by depersonalization and a loss of personal accomplishment (Maslach et al., 1996). Our findings are a snapshot of the current situation and may be only the visible part of a latent process. Moreover, the final stages of burnout are associated with various forms of job withdrawal (Maslach & Leiter, 2016), making it even more difficult to get a clear picture of the actual situation. However, none of the participants fulfilled the three criteria for burnout diagnosis at the time the MBI was administered. Physicians' high scores on the personal accomplishment sub-dimension act as a protective factor against burnout. The non-significant relationship does not allow us to conclude that FPS are responsible for physicians' beliefs in their competence and successful achievement at work. Finally, our results show that FRS frequency was not significantly associated with any of the three sub-dimensions of burnout, but was associated with decreased reaction time. This implies that the recurrent use of FRS has no associated costs for physicians' wellbeing in the longer-term.

4.1. Implications for safety

In summary, our study reveals that emergency physicians working in our public sector hospital use compensatory strategies to manage fatigue-related risk, and that some of these strategies might result in a trade-off between work performance and physician burnout.

Working fewer hours a week and having healthier sleep habits remains the most efficient way to cope with fatigue-related risks. However, research showed that a reduction in duty hours must be accompanied with appropriate adjustments to the workload if it is to show significant results (12). Conversely, a policy framework based solely on reducing duty hours can be counterproductive. It has been demonstrated that the 2003 ACGME duty hours limitations were associated with reduced educational opportunities, care continuity and perceived quality of care (Desai, S.V. *et al.*, 2013). Our method was to collect accelerometer data to identify recurrent peaks of physical activity and sedentary periods. Taking into account when these peaks occur has potential implications for workload adjustment. This approach could be used to distribute the workforce in such a way that it better matches care demands. Research has shown that ED crowding follows regular patterns and that recent levels of activity can be used to effectively forecast patient volume and adjust the workforce accordingly (Chase *et al.*, 2012). Moreover, by analysing accelerometer data regarding the circadian process we can identify critical periods in terms of fatigue-related risk. Combining these indicators in a comprehensive forecasting tool would allow for further workforce adjustments as well as the development of timely, formal FPS. Finally, this approach is relevant in terms of increasing statistical power and minimising missing values in small sample field studies of fatigue-related risk.

FRMS should focus on promoting fatigue reduction strategies through formal education programmes. In our previous study (Bérastégui *et al.*, 2018), focus groups proved to be a powerful way of sharing experiences of fatigue-related risk management. Formal fatigue workshops in the ED could involve physicians sharing ways of managing fatigue-related risk and help managers identify scope for the implementation of more formal processes. Fatigue proofing strategies, on the other hand, should be addressed at the organisational level. It is a challenge for EDs to provide physicians with appropriate resources to keep pace with job demands. Our results highlights that a lack of job resources shifts the strain to the operator's own resources in order to maintain acceptable performance, causing a subsequent risk of burnout. FRMS should focus on developing FPS through the creation of a supportive work environment rather than relying on operators' informal proofing behaviours. Strategies reported during the focus groups showed significant potential for the implementation of more formal processes. The systematic identification of at-risk operators, task redistribution within the team, or increasing standard checks for at-risk operators are examples of such processes (for the detailed results of focus group sessions, see Bérastégui *et al.*, 2018). In the same way, FRMS should address the trade-off between work performance adjustments and burnout. Screening for the early symptoms of burnout and awareness programmes on coping with these symptoms could provide additional support for emergency physicians while providing valuable indications for managers about the supportiveness of the work environment.

4.2. Limits

Our study has some limitations. First, we used a self-reported measure of work performance. We briefed participants on the anonymity

of the data and the fact that no individual information would be shared with colleagues or management. Despite these standard precautions, physicians may have been reluctant to report themselves as poorly competent in specific performance areas. It may be easier for physicians to admit that they lack compassion or empathy for patients rather than to recognise a fault regarding diagnosis or treatment. Literature show that physicians are reluctant to admit problems related to fatigue (O'Reilly, 2012) because of their concerns about confidentiality and about what colleagues may think about their competency (Rosenstein, 2013). Further research with more objective measures is needed to ascertain the impact of fatigue on physician performance. Secondly, the reaction times observed in the present study are larger than those typically observed for post-duty PVT in residency settings (Gander *et al.*, 2008). We deliberately sought to maximise effect size by isolating critical time windows with regards to the two-process sleep-regulation model. One alternative explanation for this discrepancy could reside in the latency of response inherent to the consumer level, touch-screen device we used in comparison to a standard manual PVT. We used the fastest 10% reaction rather than standard 500ms lapses to account for this bias. However, we are unable to compare our results with similar studies conducted using manual PVT devices.

Discussion générale

1. Discussion

Conformément au modèle de Dawson & McCulloch (2005) et aux travaux antérieurs de Reason (1990), le risque associé à la fatigue peut être conceptualisé comme une trajectoire causale en six segments (Figure 7). En partant de cette modélisation, il est possible d'identifier plusieurs opportunités de maîtriser le risque avant qu'il ne se matérialise en un incident. Selon Dawson et collaborateurs (2012), les FRS et les FPS sont des stratégies complémentaires dans la mesure où elles agissent sur des segments différents de la trajectoire du risque. Il a été suggéré que ces stratégies se développent principalement de façon informelle dans les secteurs où il n'est pas souhaitable de réduire le temps de travail. Toutefois, à ce jour, très peu d'attention a été accordée à l'étude des stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue en milieu médical. De manière plus générale, il n'existe pas de modèle théorique qui supporte l'évaluation de l'efficacité de ces stratégies lorsqu'elles se développent de façon informelle. Pour combler cette lacune, nous proposons un modèle intégrant les contributions de l'approche FRMS (Dawson et al., 2012 ; Dawson & McCulloch, 2005), de l'hypothèse cognitivo-énergétique (Schaufeli & Bakker, 2004 ; Hockey, 1997) et de la phénoménologie du burnout (Demerouti et al., 2001 ; Maslach et al., 2001 ; Maslach & Jackson, 1981). Ce modèle se veut opérationnel dans la mesure où il propose les éléments empiriques permettant d'apprécier l'efficacité de ces stratégies au niveau local.

1.1. La trajectoire du risque

Le point de départ de la trajectoire du risque est relatif aux horaires de travail et à leur impact sur la régulation du rythme veille-sommeil. Nos résultats montrent, en moyenne, que les médecins dorment

7,39 heures par nuit et font état d'un sommeil réparateur (i.e. Etude 2). Selon les recommandations de l'American Academy of Sleep Medicine (i.e. AASM), un adulte doit dormir au minimum 7 à 9 heures par nuit, et ce sur une base régulière (Watson et al., 2015). Or, nos résultats font état d'une variabilité importante de la durée du sommeil. Près d'une nuit de sommeil sur trois est en deçà des 7 heures et environ 9% des nuits sont supérieures à 9 heures (i.e. Etude 3). Ce dernier résultat suggère qu'une dette de sommeil se développe et qu'elle est occasionnellement récupérée à travers un repos compensatoire. Par ailleurs, les données relatives au questionnaire SSI (Spiegel, 1981) révèlent qu'environ 35% des nuits ne sont pas suffisamment réparatrices. Il apparaît donc que la réglementation en matière de temps de travail actuellement en vigueur est associée à une certaine irrégularité du sommeil. Ces résultats s'ajoutent à la vaste littérature démontrant que les horaires prestés en médecine d'urgence perturbent la régulation du rythme veille-sommeil (e.g. Kecklund, 2016 ; Richter et al., 2016 ; Huang et al., 2013). Nelson (2007) montre que le travail de nuit est associé à des irrégularités du rythme circadien et que les médecins urgentistes y sont particulièrement vulnérables. Ces perturbations se traduisent par une diminution de la durée du sommeil (Cavallo et al., 2003 ; Smith-Coggins et al., 1997), et ce jusqu'à 4 heures par rapport à un horaire de jour (Ohayon et al., 2002). Par voie de conséquence, le travail de nuit entraîne l'accumulation d'une dette de sommeil qui ne peut être comblée qu'à travers un repos compensatoire (Kuhn, 2001). L'allongement du temps de travail associé à la clause de renonciation a également un effet délétère sur la durée et la qualité du sommeil (Tucker et al., 2015 ; Rodriguez-Jareno et al., 2014 ; Harrington, 2001). Considérés ensemble, ces résultats suggèrent que la compliance avec la directive européenne de 2003 laisse subsister un risque

significatif pour les médecins urgentistes, que ce soit du point de vue de la durée ou de la qualité du sommeil.

En suivant la trajectoire du risque, le second segment vise à déterminer dans quelle mesure les perturbations du rythme veille-sommeil se traduisent par une altération du fonctionnement physique, cognitif et émotionnel. Conformément à la littérature expérimentale, nos résultats montrent que les perturbations du sommeil ont une influence sur le fonctionnement cognitif des médecins urgentistes (i.e. Etude 2). Plus spécifiquement, un sommeil réduit ou non réparateur est associé à une altération de l'attention soutenue durant la période de travail subséquente. En outre, l'attention soutenue se dégrade au cours de la « journée » de travail avec une diminution moyenne de l'ordre de 10% sur une période de 16 heures consécutives. Ces résultats sont en accord avec la littérature et indiquent que les horaires excessifs sont associés à une détérioration significative de la performance cognitive (Gates et al., 2018 ; Philibert, 2005 ; Stellman, 2000). Les comptes rendus des groupes de discussion nous permettent d'illustrer ces altérations (i.e. Etude 1). Ainsi, les médecins urgentistes rapportent des troubles de l'attention mais également une dégradation de la mémoire, du raisonnement et de la qualité du processus décisionnel. Considérés ensemble, ces résultats sont en faveur de l'hypothèse du facteur général (Dams-O'Connor & Gordon, 2013 ; Sturm & Willmes, 2001 ; Sturm et al., 1999) et suggèrent ainsi que les troubles attentionnels se répercutent sur les processus cognitifs de plus haut niveau.

Le prochain segment de la trajectoire du risque porte sur l'association entre fatigue et performance au travail. A ce stade, il est question de déterminer dans quelle mesure les altérations du fonctionnement cognitif affectent les différents aspects de la performance

en situation naturelle de travail. De ce point de vue, nos résultats sont plus nuancés. Sur les quatre dimensions étudiées, seule l'interaction avec le patient est affectée par la fatigue au travail (i.e. Etude 3). Ainsi, les aspects relatifs à la compétence clinique, l'autogestion ou la coordination des soins semblent relativement préservés. Ces résultats sont cohérents avec plusieurs méta-analyses concluant que la fatigue altère l'humeur et la régulation des émotions dans une plus large mesure que les fonctions motrices et cognitives (Walker & Van Der Helm, 2009 ; Philibert, 2005 ; Pilcher & Huffcutt, 1996). La fatigue est communément associée à l'expérience d'émotions négatives (Bonnet, 2003; Harrison & Horne, 2000b) et se manifeste notamment par un manque de compassion envers le patient (Schliesman, 2016). En effet, il a été démontré que la fatigue a un effet délétère sur le traitement de l'information affective (Kahn et al., 2013). Plus spécifiquement, on observe une dégradation de l'intelligence émotionnelle (Killgore et al., 2008) et de la capacité à discerner ou à évaluer les émotions d'autrui (Minkel et al., 2010; Tempesta et al., 2010; Van Der Helm et al., 2010). Plus récemment, Guadani et collaborateurs (2014) ont étendu ces effets à l'empathie, à savoir la capacité à comprendre et à réagir de façon appropriée aux émotions des autres. L'empathie est un aspect déterminant de la relation au patient dans la mesure où elle facilite l'exercice diagnostique et l'adhérence au traitement (Derksen, 2013 ; West et al., 2006). Les résultats des groupes de discussion vont également dans ce sens. En effet, les médecins considèrent que la fatigue les rend « irascibles, nerveux et lunatiques » (i.e. Etude 1). Ils perdent facilement patience et peuvent se montrer sarcastiques. D'après les médecins participants, ces changements d'humeur nuisent à la communication et se manifestent par des difficultés à ressentir de l'empathie envers les patients ou leurs proches. Considérés ensemble, nos résultats s'ajoutent aux nombreuses études démontrant que la fatigue a

un effet néfaste sur l'empathie et la compassion, deux éléments essentiels à la relation au patient. Bien que les médecins rapportent également que ces changements d'humeur affectent le travail d'équipe (i.e. Etude 1), nos résultats quantitatifs ne semblent pas confirmer ce ressenti (i.e. Etude 2). En effet, la fatigue au travail n'a pas d'effet significatif sur la coordination des soins. Il semblerait ainsi que les troubles de l'humeur rapportés par les médecins ne se répercutent pas sur la qualité du travail d'équipe. De prime abord, ces résultats peuvent sembler quelque peu surprenants étant donné que de nombreuses études montrent que les aspects relatifs à la communication et au travail d'équipe sont particulièrement impactés par la fatigue au travail (Arzalier-Daret et al., 2018 ; Edgerley et al., 2018 ; Neuschwander et al., 2017 ; Passalacqua & Segri, 2012 ; Friesen et al., 2008). Il a été démontré que la dégradation du travail d'équipe se manifeste notamment par des ratés de communication (Eddy, 2005) et des conflits entre collègues (Baldwin et Daugherty, 2004). En réalité, il est probable que l'absence d'effet significatif soit liée à la définition même de cet aspect de la performance médicale. Afin de s'assurer que les items soient représentatifs (i.e. validité de contenu), nous avons développé le module d'évaluation de la performance sur base du Physician Achievement Review (Hall et al., 1999), un outil multidimensionnel validé auprès de 308 médecins. Dans sa version originale, le PAR évalue uniquement le travail d'équipe sous le prisme de la continuité des soins. En effet, le travail d'équipe y est ici conceptualisé comme la « capacité à communiquer efficacement avec ses collègues sur les étapes nécessaires à la continuité des soins ». Cette définition exclut *de facto* les aspects du travail d'équipe qui ne sont pas directement liés à la coordination des soins. Ainsi, notre outil ne rend pas compte des conflits interpersonnels ou des ratés de communication dont les conséquences n'ont pas d'impact direct sur la continuité des soins de santé. En outre, il a été démontré que

l'allongement des horaires de travail en médecine a des vertus bénéfiques sur le suivi des patients (Fletcher et al., 2004). Plus spécifiquement, la limitation du temps de travail participe à la fragmentation de la prise en charge dans la mesure où un même cas est géré par un plus grand nombre d'intervenants. Dès lors, il n'est pas surprenant de constater que la fatigue associée aux horaires excessifs ne se traduit pas par une détérioration de la continuité des soins. La fatigue peut donc être considérée comme le stigmate d'une organisation du travail qui favorise la prise en charge du patient en limitant la fragmentation du suivi médical. En ce qui concerne la compétence clinique, nos résultats sont en accord avec les nombreuses études démontrant que les compétences techniques sont relativement préservées en situation de manque de sommeil (Gates et al., 2018 ; Amirian & al., 2014 ; Silbergleit et al., 2006 ; Uchal & al., 2005 ; Howard et al., 2003). Ainsi, Edgerley et collaborateurs (2018) montrent que l'évaluation primaire et les actions diagnostiques ou thérapeutiques ne sont pas affectées par la fatigue au travail. Au contraire, ce sont les aspects non techniques – et plus particulièrement ceux liés à la communication – qui sont impactés. La distinction entre compétences techniques et non techniques est largement utilisée dans la littérature pour rendre compte de l'effet différentiel de la fatigue sur la performance médicale. Nos résultats vont dans le sens de cette distinction et suggèrent que ce sont certains aspects de la performance non technique qui sont impactés. Enfin, il existe peu de données permettant de juger de l'influence de la fatigue sur l'autogestion telle qu'elle est définie dans le PAR (i.e. capacité à maintenir des dossiers de qualité, à gérer efficacement les ressources matérielles, le stress et le développement professionnel). L'absence de relation significative peut s'expliquer par les effets positifs de l'allongement du temps de travail sur l'apprentissage et la formation des médecins assistants. En effet, un certain nombre d'études indiquent que

la limitation du temps de travail a des effets contre-productifs sur le développement professionnel des jeunes médecins (Dennis et al., 2014 ; Drolet et al., 2013 ; Auger et al., 2012).

Conformément à la trajectoire du risque, nous avons cherché à déterminer si la dégradation de la performance au travail se traduit par une augmentation des erreurs commises. Pour ce faire, nous avons développé un module d'auto-rapport des erreurs médicales. Seulement deux erreurs ont été rapportées sur les 182 périodes de travail analysées : une erreur de médication et une autre procédurale, toutes deux interceptées avant de porter atteinte au patient. Les analyses statistiques se sont avérées non significatives. A notre sens, il est hasardeux de conclure à l'absence d'association entre erreur et performance sur base d'un si petit échantillon. Une analyse portant sur un petit effectif s'expose au risque de deuxième espèce (i.e. accepter l'hypothèse nulle alors que celle-ci est fausse). En partant du principe que les erreurs médicales sont effectivement des événements rares, l'étude des liens entre erreur et performance doit alors se faire sur de plus longues périodes. Ces résultats sont toutefois quelque peu inattendus lorsque l'on considère la littérature traitant de la prévalence des erreurs en médecine d'urgence. Fordyce et collaborateurs (2003) ont constitué une base de données d'erreurs médicales au départ d'entretiens individuels. Pendant une semaine, les médecins ont été conviés à un entretien toutes les 3 à 4 heures pour rapporter les éventuelles erreurs dont ils auraient été acteurs ou simples témoins. 36 erreurs uniques ont été signalées (i.e. 19 erreurs par 1000 patients) et 98% d'entre elles ont été interceptées avant de porter atteinte au patient. L'étude a été réalisée dans un service d'urgence dont la charge de travail est comparable à notre terrain d'étude, avec un volume de patients sensiblement identique (i.e. 103402 vs 92775) et un nombre similaire de médecins simultanément présents (i.e. 11 à 14). Sur base de

cette analyse comparative, nous nous attendions à observer un taux d'erreur similaire. Avec seulement 2 erreurs auto-rapportées sur 182 observations, il est probable que notre méthode de récolte de données ait été inadaptée. Nous ne pouvons exclure un biais de désirabilité sociale malgré les précautions usuelles en matière de garantie de l'anonymat. Pour cette raison, nous avons décidé d'exclure ces données de nos analyses (i.e. Etude 3). La distribution atypique des données ne nous permet pas d'affirmer avec certitude que la dégradation de la performance au travail ne se traduit pas par une augmentation de la probabilité de commettre une erreur.

Enfin, la dernière étape de la trajectoire du risque vise à déterminer l'incidence des erreurs médicales sur la sécurité du patient. Initialement, l'évaluation du dernier segment devait porter sur les taux d'erreurs non interceptées ainsi que sur le niveau de risque pour le patient selon les normes « WHO's International Classification » (World Health Organization, 2009). Dans la mesure où aucune erreur non interceptée n'a été rapportée, nous devrions conclure que le risque associé à la fatigue n'a pas d'incidence sur la sécurité du patient. Toutefois, pour les différentes raisons précédemment évoquées, il convient d'être prudent quant à l'interprétation de ces résultats.

1.2. L'identification des stratégies de gestion du risque

Nos résultats révèlent que les médecins urgentistes travaillant au sein du Centre Hospitalier Universitaire de Liège font usage de stratégies informelles pour maîtriser le risque associé à la fatigue. Conformément aux observations de Dawson et collaborateurs (2012), il s'agit d'initiatives individuelles ou de pratiques culturellement transmises en dehors du cadre formel de la gestion des risques (i.e. Etude 1). Les stratégies

informelles identifiées peuvent être catégorisées selon la nomenclature introduite par le modèle FRMS (Dawson & McCulloch, 2005).

Les médecins urgentistes ont mentionné 12 stratégies informelles visant à réduire leur propre niveau de fatigue (i.e. FRS). La majorité des FRS peuvent être qualifiées de « rafraîchissements physiologiques » et portent sur l'alimentation, l'exercice physique, l'oxygénation ou l'hygiène. Seulement deux FRS portent sur la gestion des temps de repos : le regroupement des tâches et l'aménagement de périodes de sieste. Les médecins ont également rapporté des stratégies orientées vers le « rafraîchissement psychologique » au travers de la musique ou des interactions sociales. Les FRS les plus fréquemment utilisées sont le regroupement des tâches, l'alimentation, l'exercice physique et les interactions sociales (i.e. Etude 3). De façon surprenante, la stratégie la moins fréquemment mobilisée est relative à l'aménagement de périodes de sieste. Durant les groupes de discussion, les médecins font état de siestes d'une durée pouvant aller jusqu'à 4 heures (i.e. Etude 1). Ainsi, le terme de « sieste » est utilisé de façon interchangeable par les médecins pour désigner à la fois une brève période de repos ou une courte nuit de sommeil. L'analyse des données accélérométriques révèle que le travail de jour est caractérisé par une activité soutenue et l'absence de périodes de repos (i.e. Etude 3). Au contraire, les gardes dormantes sont marquées par une fluctuation importante de la charge de travail et l'occurrence d'une période de sommeil de 2h30 à 6h30 du matin. Les gardes dormantes ne représentent qu'une partie du temps de travail des médecins et il n'est donc pas surprenant que les siestes soient en moyenne peu fréquentes. Ainsi, les médecins sont régulièrement dans une situation où ils se disent « fatigués » mais ne peuvent se reposer. Ce dernier point est cohérent avec le déclin croissant de l'attention soutenue en fonction du temps de travail (i.e. Etude 2). En l'absence de périodes de récupération, la fatigue

s'accumule au cours de la journée et se traduit par une altération progressive du fonctionnement cognitif.

Les médecins urgentistes ont rapportés 21 stratégies informelles visant à mitiger les effets de la fatigue sur la qualité des soins (i.e. FPS). La majorité des FPS identifiées sont des stratégies d'autorégulation dont l'objectif est de compenser les altérations associées à la fatigue de façon à maintenir un niveau acceptable de performance (i.e. Etude 1). Elles comprennent l'utilisation d'aides cognitives, la pratique de l'auto-motivation et la régulation émotionnelle. En d'autres termes, il s'agit de routines et de procédures alternatives considérées comme plus adaptées ou plus sûres. Les stratégies d'autorégulation changent la façon dont la tâche est accomplie de façon à réduire sa charge cognitive ou émotionnelle. Elles sont dirigées vers des symptômes spécifiques de la fatigue. Par exemple, les médecins engagent la conversation avec les patients sur le ton de l'humour pour compenser le manque d'empathie ou l'irascibilité dont ils peuvent faire preuve. De même, ils font davantage usage de la prise de notes ou des aides au raisonnement pour contrer les effets de la fatigue sur le fonctionnement cognitif. Outre le fait qu'elles sont les plus variées, les stratégies d'autorégulation sont également les plus fréquemment mobilisées (Annexe D). Deux des trois stratégies d'autorégulation les plus utilisées portent sur la régulation émotionnelle dans le cadre des interactions avec le patient (i.e. création d'un climat de proximité et utilisation de l'humour). Il semblerait ainsi que cet aspect de la performance soit celui qui demande le plus de contrôle de la part du médecin. Ce résultat est cohérent avec nos précédentes conclusions concernant l'effet délétère de la fatigue sur l'empathie et la compassion. Les médecins ont également fait état de FPS visant à minimiser la probabilité de commettre une erreur (i.e. Etude 1). Ces dernières peuvent être qualifiées de stratégies de « redistribution » dans la mesure où elles

impliquent une nouvelle répartition des tâches au niveau de l'équipe. A titre d'exemple, les médecins fatigués cherchent un soutien technique de la part d'un collègue ou du superviseur. De même, ils délèguent certaines tâches jugées sensibles à un autre médecin ou à une infirmière qu'ils considèrent comme suffisamment qualifiée. En d'autres termes, ces stratagèmes visent à garantir une meilleure adéquation entre les demandes liées à la tâche et les ressources de l'opérateur qui l'exécute. Ce faisant, les médecins limitent l'exposition aux situations à risque et se focalisent sur des tâches moins exigeantes. Les stratégies de redistribution des tâches sont les moins fréquemment utilisées (Annexe D). Ceci peut s'expliquer par le fait que ce type de FPS ne s'applique qu'à un éventail réduit de cas cliniques dont la prise en charge est considérée comme sensible mais ne requiert pas de soins immédiats. Par ailleurs, le travail de nuit est caractérisé par un effectif limité et il est dès lors rarement possible de déléguer la prise en charge d'une situation clinique. La dernière catégorie de FPS porte sur le contrôle et l'interception des erreurs avant qu'elles ne se traduisent en un incident (i.e. Etude 1). Contrairement aux deux autres catégories de FPS, les stratégies de contrôle sont subséquentes à la tâche. Par exemple, les médecins font usage de stratégies de double contrôle pour les tâches qu'ils considèrent comme particulièrement sensibles à la fatigue (e.g. régime posologique). Ils rapportent également des stratégies de verbalisation des actes et prescriptions dans l'objectif d'intercepter les éventuelles omissions. Dans d'autres cas, le processus de vérification est endossé par une tierce personne (i.e. médecin ou infirmière). Ces dernières stratégies sont largement moins utilisées que leurs contreparties individuelles (Annexe D). A nouveau, ces résultats peuvent s'expliquer par la réduction des effectifs associés au travail de nuit.

En médecine, la littérature traitant de la gestion informelle du risque associé à la fatigue est assez limitée. A notre connaissance, seules deux études antérieures portent sur l'identification de stratégies informelles de gestion du risque en médecine (Ferguson et al., 2013 ; Stoller et al., 2005). La première présente 16 stratégies identifiées au départ de groupes de discussion impliquant six spécialités médicales. Les résultats sont présentés de manière globale et ne permettent pas de déterminer si certaines stratégies sont spécifiques à une ou plusieurs spécialités. Les catégories proposées comprennent la gestion des temps de repos, l'exercice physique, l'alimentation, les stratégies « chimiques » (i.e. consommation de caféine), comportementales (i.e. prendre l'air) et cognitives. Ces dernières se rapportent aux stratégies d'auto-motivation ou de focalisation attentionnelle décrites dans nos résultats. Sur base de la nomenclature de Dawson et collaborateurs (2012), seules les stratégies cognitives peuvent être considérées comme des FPS. Les autres catégories sont exclusivement composées de stratégies visant à réduire le niveau de fatigue (i.e. FRS). Au-delà des divergences en matière de classement, les stratégies identifiées recoupent celles que nous avons mises en évidence. En effet, 10 des 16 stratégies identifiées par Stoller et collaborateurs (2005) se retrouvent également dans nos résultats. Elles concernent l'alimentation (i.e. générale ou de caféine), l'exercice physique (i.e. « pratique d'un sport » ou « rester en mouvement »), la musique, l'oxygénation (i.e. « bol d'air » ou « pause cigarette »), la sieste, l'auto-motivation et l'hygiène (i.e. « prendre une douche »). L'analyse comparative révèle également que les FPS y sont largement moins représentées (i.e. 7% contre 64% des stratégies rapportées). Cette différence peut s'expliquer par la nature de ces stratégies d'une part et par la façon dont nous avons conçu le protocole d'autre part. D'après Dawson et collaborateurs (2012), les travailleurs sont susceptibles de ne pas

reconnaître ces comportements comme des stratégies en soi, mais simplement comme « la façon dont nous faisons les choses ici ». En effet, la confrontation répétée à des situations à risque stimule le développement de contre-mesures implicites dont la véritable raison d'être n'est pas toujours verbalisée. C'est dans ce sens que les FPS peuvent être difficiles à identifier sans un protocole adéquat. Durant les groupes de discussion, la constitution d'une carte conceptuelle des effets associés à la fatigue a pour objectif de faciliter l'identification des FPS. Cette approche se révèle particulièrement adaptée à l'élicitation de connaissances tacites ou implicites (Chun-Sung & Yu-Cheng, 2012). Par ailleurs, le canevas semi-structuré a été conçu de façon à révéler ce type de stratégies si elles existent. Au contraire, l'étude de Stoller et collaborateurs (2005) est purement exploratoire et ne repose sur aucun cadre théorique. Ainsi, le protocole employé est susceptible de manquer de puissance dès lors qu'il s'agit d'identifier des stratégies profondément enracinées et exercées de façon implicite.

La seconde étude porte sur l'identification de stratégies formelles et informelles au départ d'entretiens individuels (Ferguson et al., 2013). L'échantillon est composé d'infirmiers et de médecins spécialistes travaillant au sein du même hôpital. Les auteurs relèvent 11 stratégies informelles de gestion du risque qu'ils classent en trois catégories : les stratégies individuelles, collectives et le contrôle des erreurs. Les deux premières sont essentiellement composées de FRS alors que la dernière fait référence au concept de *proofing*. 7 des 11 stratégies identifiées par Ferguson et collaborateurs (2013) se retrouvent dans nos résultats. Elles concernent l'alimentation (i.e. caféine), l'exercice physique (i.e. « rester en mouvement »), la gestion des temps de repos, la communication (i.e. « augmentation consciente »), le double contrôle (i.e. de ses propres actions ou de celles d'autrui), la focalisation (i.e. « une tâche à la fois ») et

la redistribution des tâches (i.e. « à un collègue » ou « à plus tard »). En ce qui concerne les procédures formelles, elles sont peu nombreuses et visent à réduire la fatigue au travers d'une gestion raisonnée des horaires de travail. Les auteurs concluent que la gestion du risque associé à la fatigue fait principalement appel à des stratégies informelles. Ces résultats sont consistants avec l'observation selon laquelle les FPS se développent essentiellement sous la forme de stratégies informelles dans les secteurs où il n'est pas souhaitable de réduire le temps de travail (Dawson et al., 2012). A nouveau, l'analyse comparative révèle une certaine cohérence du point de vue de la nature des stratégies mobilisées.

En conclusion, très peu d'attention a été accordée à l'étude des stratégies informelles de gestion du risque en milieu médical. Nos travaux s'ajoutent aux rares études visant à mieux comprendre la nature de ces stratégies. Sur base d'une analyse de contenu inductive, nous proposons une classification plus fine des FPS en trois grandes catégories (i.e. Tableau 1). Conformément au modèle FRMS (Dawson et al., 2012), ces catégories agissent sur différents segments de la trajectoire du risque associé à la fatigue. En premier lieu, les stratégies d'autorégulation visent à mitiger l'impact des altérations associées à la fatigue (e.g. troubles de la mémoire) sur la performance au travail (e.g. suivi du patient). Ensuite, les stratégies de redistribution des tâches ont pour objectif de minimiser la probabilité que cette baisse de performance ne conduise à une erreur (e.g. dossier incomplet). Enfin, les stratégies de contrôle constituent le dernier niveau de défense et visent à intercepter les erreurs avant qu'elles ne se traduisent par un incident (e.g. choc anaphylactique). Les FRS, quant à elles, se positionnent en aval de ces trois niveaux de défense. Elles visent à réduire le niveau de fatigue et, *in fine*, à prévenir les altérations physiques, cognitives et émotionnelles associées au manque de sommeil. Ces différentes stratégies sont complémentaires dans la mesure où la mise

en échec des premières laisse place aux secondes, et ainsi de suite. Au-delà de leurs fonctions respectives, il reste à déterminer leur efficacité en tant que niveaux de défense successifs de la trajectoire du risque associé à la fatigue.

Tableau 1. Les quatre catégories de stratégies informelles de gestion du risque.

Catégorie	Exemples
Stratégies de réduction	Je consomme des boissons énergisantes (ex : café, coca, thé)
	J'essaie de rester en mouvement autant que cela est possible afin de me maintenir éveillé
	J'anticipe ce que j'ai à faire et de regrouper mes tâches pour maximiser mon temps de repos
Stratégies d'autorégulation	J'utilise d'avantage les aides au raisonnement à ma disposition (ex : algorithmes)
	J'interagis avec le patient avec proximité, de façon à créer un climat chaleureux
Stratégies de redistribution	Je me repose davantage sur les bases de données ou les manuels plutôt que sur ma mémoire
	Je délègue certaines tâches auprès de mes collègues pour me focaliser sur mon objectif premier
	Je me repose davantage sur les infirmiers(ères) expérimenté(e)s pour des tâches spécifiques
Stratégies de contrôle	Je postpose les actes techniques complexes et les transmets à un collègue prestant la pause suivante
	Je vérifie à deux reprises les actes et/ou les prescriptions
	Je verbalise ou je discute des examens et des actes posés afin de m'assurer que je n'ai rien oublié
	Je le fais savoir aux infirmiers(ères) pour qu'ils/elles soient vigilant(e)s vis-à-vis d'éventuelles erreurs

Note. Présentation des quatre catégories de stratégies informelles gestion du risque et d'exemples directement repris du questionnaire FMS (i.e. Fatigue Management Survey). Les trois dernières catégories sont des sous-ensembles de stratégies de proofing.

1.3. L'efficacité des stratégies de gestion du risque

Selon Dawson et collaborateurs (2012), les FRS visent à réduire la probabilité qu'un opérateur fatigué soit présent sur le lieu de travail. Ainsi, les médecins ayant le plus fréquemment recours à ces stratégies devraient également être ceux qui sont les moins fatigués. Dans l'objectif de mettre à l'épreuve l'efficacité des FRS, nous avons évalué l'impact de

leur fréquence d'utilisation sur les scores obtenus à une tâche d'attention soutenue. Les résultats sont significatifs et suggèrent que le déploiement régulier de FRS a un effet bénéfique sur le niveau de fatigue des médecins (i.e. Etude 3). Comme nous l'avons vu, la plupart des stratégies rapportées peuvent être qualifiées de « rafraîchissements physiologiques » (i.e. Etude 1). De nombreuses études soutiennent que de tels comportements ont un effet sur la sensation subjective de somnolence et, dans certains cas, sur les marqueurs cognitifs associés à la fatigue « objective ». Ainsi, Danziger et collaborateurs (2001) montrent que l'hydratation et la consommation de sucre sont positivement associées à la qualité du processus de prise de décision. De même, l'effet réversif de la caféine sur les altérations cognitives associées à la fatigue a été largement démontré (Killgore et al., 2008 ; Penetar et al., 1994). Les études épidémiologiques indiquent qu'une activité physique régulière diminue considérablement le risque de fatigue chronique (Puetz et al., 2006). L'exposition à la lumière naturelle et à l'air libre sont également des techniques recommandées pour lutter contre la somnolence (Puddester, 2014 ; Avidan, 2013). Enfin, Hayashi et collaborateurs (2003) révèlent que se laver le visage à l'eau froide entraîne une réduction temporaire de la somnolence, sans effet sur la performance à une tâche de mémoire de travail. Concernant les stratégies de gestion des temps de repos, il n'est pas surprenant que leur utilisation soit associée à une diminution de la fatigue. En effet, le sommeil contribue à la régénération des tissus, à la restauration neuronale et joue ainsi un rôle dans la régulation de la performance physique et cognitive. La littérature traitant des bienfaits du sommeil est particulièrement dense, et il a été largement démontré que la pratique de courtes siestes prophylactiques a des effets immédiats sur la performance cognitive en situation de manque de sommeil (Avidan, 2013 ; Lovato & Lack, 2010). Les stratégies restantes peuvent être qualifiées de « rafraîchissements psychologiques »

et reposent essentiellement sur la musique et les interactions sociales (i.e. Etude 1). Bien que la littérature sur le sujet soit moins abondante, il semblerait que l'écoute musicale durant un exercice physique soit associée à une diminution de la fatigue (Bigliassi et al., 2018). De plus, la musique joue également un rôle dans la régulation des émotions (Karageorghis et al., 2017) et peut ainsi faciliter l'endormissement chez les individus souffrant de troubles du sommeil (Trahan et al., 2018). Enfin, Kaida et collaborateurs (2007) suggèrent que les interactions sociales sont susceptibles d'augmenter la vigilance, au même titre que l'activité physique. En conclusion, nos résultats sont conformes à la littérature préexistante et indiquent que la mobilisation de FRS est associée à une diminution du niveau de fatigue des médecins urgentistes.

D'après Dawson et collaborateurs (2012), les FPS visent à réduire la probabilité qu'un opérateur fatigué commette une erreur sur son lieu de travail. Au départ d'une analyse qualitative, nous proposons une classification plus fine de ces stratégies selon trois catégories. Cette modélisation est conforme à la notion de trajectoire du risque (Dawson & McCulloch, 2005 ; Reason, 1990) dans la mesure où chaque type de FPS agit sur un segment spécifique de la dite trajectoire. Ainsi, l'appréciation de l'efficacité de chaque catégorie de FPS repose sur l'évaluation de son éventuel rôle modérateur sur le segment auquel elle se réfère. Toutefois, la distribution atypique des erreurs auto-rapportées ne nous permet pas de mettre à l'épreuve les deux derniers segments de la trajectoire du risque. En conséquence, nous avons évalué l'efficacité des FPS de façon globale sur base de l'échelle de performance auto-rapportée (i.e. Etude 3). Nos résultats montrent que les médecins ayant le plus fréquemment recours aux FPS sont également ceux qui sont les moins sensibles à l'impact de la fatigue sur la performance médicale. Plus précisément, le rôle modérateur des FPS concerne les aspects de la performance liés à

l'interaction avec le patient et à l'autogestion. En d'autres termes, nos résultats suggèrent que les FPS permettent aux médecins de gérer efficacement les ressources matérielles, informationnelles, le stress et le développement professionnel d'une part, et les interactions avec le patient ou leurs proches d'autre part. A nouveau, ces résultats sont cohérents avec nos précédentes conclusions dans la mesure où les trois FPS les plus fréquemment mobilisées portent sur l'interaction avec le patient (i.e. création d'un climat de proximité et utilisation de l'humour) et la gestion informationnelle (i.e. encodage du dossier du patient au fur et à mesure). Les FPS identifiées n'ont pas d'incidence sur la compétence clinique ou la coordination des soins. Quoi qu'il en soit, ces deux aspects de la performance semblent préservés en situation de manque de sommeil. De manière plus générale, les FPS permettent aux médecins de protéger l'aspect de la performance qui est vulnérable à la fatigue, à savoir l'interaction avec le patient. A ce jour, cette étude est la première à évaluer l'efficacité des FPS mobilisées de façon informelle en situation naturelle de travail.

La perception du risque associé à la fatigue est un prérequis indispensable à la mobilisation de stratégies informelles (Fairclough and Graham, 1999). Ainsi, la résilience du système ne repose pas uniquement sur l'efficacité des stratégies mobilisées mais présuppose également que les médecins sont à même d'identifier les situations où leur déploiement est nécessaire. La fatigue n'existe pas de façon absolue et ne se manifeste qu'à travers ses effets à posteriori sur le fonctionnement physique, cognitif ou émotionnel. La somnolence, en revanche, est un état intermédiaire entre la veille et le sommeil dont la symptomatologie est directement perceptible. En conséquence, la somnolence ressentie est probablement l'indicateur le plus aisément accessible pour l'individu lors de l'appréciation du risque associé à la fatigue. Dans l'objectif de

déterminer la fidélité de cette évaluation, nous avons comparé les scores obtenus à une échelle subjective de somnolence (i.e. KSS) aux temps de réaction à une tâche d'attention soutenue (i.e. PVT). Nos résultats montrent que l'état subjectif de somnolence n'est pas un indicateur fiable des altérations associées à la fatigue (i.e. Etude 2). Plus précisément, la somnolence auto-rapportée demeure stable au cours de la période de travail alors que l'attention soutenue se dégrade de façon significative. Bien qu'il ait été démontré que la somnolence perçue est un indicateur fiable de la fatigue dans la population générale (Kaida et al., 2006), de nombreuses études indiquent que les altérations de phase d'origine externe et le manque de sommeil perturbent la fiabilité du processus d'auto-évaluation (Bermudez et al., 2016 ; Zhou et al., 2012 ; Cohen et al., 2010 ; Van Dongen et al., 2003). Ces deux sources de variabilité sont particulièrement présentes en médecine d'urgence. Comme le montrent nos précédents résultats, les horaires prestés par les médecins sont associés à des perturbations du rythme veille-sommeil et à l'accumulation d'une « dette » occasionnellement récupérée à travers un repos compensatoire (i.e. Etude 3). Considérés ensemble, nos résultats sont en accord avec la littérature démontrant que les individus privés de sommeil tendent à sous-estimer l'ampleur des altérations associées à la fatigue. Ainsi, le décalage entre l'état subjectif de somnolence et la fatigue objective est susceptible de compromettre le déploiement des stratégies informelles de gestion du risque. Nous ne pouvons toutefois exclure que l'appréciation du risque se fasse au départ d'autres indicateurs.

1.4. L'hypothèse cognitivo-énergétique

L'efficacité des stratégies informelles de gestion du risque ne doit pas être évaluée sur l'unique base d'indicateurs de performance mais également au regard des coûts qu'elles représentent pour l'individu. Selon

le modèle cognitivo-énergétique de Hockey (1997), les mécanismes compensatoires impliqués dans la régulation de la performance peuvent avoir des conséquences néfastes sur le long terme. Comme nous l'avons vu, le *proofing* s'apparente au processus de coping actif décrit par Hockey. Conformément à l'hypothèse cognitivo-énergétique, la performance à la tâche peut être maintenue au détriment d'une augmentation de l'effort perçu qui, à long terme, se traduit par des manifestations physiologiques (e.g. augmentation du rythme cardiaque, sécrétion d'adrénaline) et psychologiques (e.g. irritabilité, épuisement émotionnel). Ces dernières ont été largement étudiées en contexte professionnel et sont désormais reconnues sous le concept du burnout (Schaufeli & Bakker, 2004). Dès lors, nous avons émis l'hypothèse que l'utilisation des FPS est associée à un phénomène d'épuisement des ressources émotionnelles. Conformément à la phénoménologie du burnout, nous postulons que l'épuisement émotionnel précipite des comportements d'évitement (e.g. dépersonnalisation) et une dévalorisation de soi ou de ses propres compétences (e.g. diminution de l'accomplissement personnel). Nos résultats suggèrent que les FPS sont susceptibles de représenter un risque pour les médecins sur le long terme. En effet, les médecins urgentistes ayant le plus fréquemment recours aux FPS sont également ceux dont les scores à la dimension d'épuisement émotionnel sont les plus élevés (i.e. Etude 3). Ce résultat est cohérent avec l'hypothèse cognitivo-énergétique et démontre que la mobilisation récurrente de FPS est associée à un phénomène d'épuisement des ressources de l'individu. Une fois de plus, l'analyse des stratégies les plus fréquemment mobilisées nous renseigne sur la nature des mécanismes à l'œuvre dans la régulation de la performance. Deux des trois FPS les plus utilisées portent sur la régulation émotionnelle dans le cadre des interactions avec le patient. Considérés ensemble, ces résultats suggèrent que ce sont les FPS qui sont

en cause dans l'épuisement émotionnel. Plus particulièrement, il est plausible que les efforts répétés pour réguler les émotions négatives associées à la fatigue entraînent une déplétion graduelle des ressources émotionnelles. Cette hypothèse bénéficie d'un soutien important de la littérature traitant du burnout, démontrant que le « travail affectif » (i.e. emotional labour) est un facteur de risque de burnout (voir Da-Yee et al., 2018 pour une revue complète). En médecine, Schanafelt et collaborateurs (2015) ont d'ailleurs démontré que les praticiens privilégiant une approche centrée sur le vécu du patient sont les plus à risque. Nous ne pouvons toutefois écarter la possibilité que la relation de cause à effet soit inverse. L'épuisement émotionnel pourrait favoriser le recours aux FPS dans l'objectif de composer avec les exigences de travail. Brotheridge & Grandey (2002) affirment que la régulation des émotions peut être considéré à la fois comme une activité drainant les ressources de l'individu, ou comme un processus permettant de régénérer les dites ressources à travers le développement de relations gratifiantes. L'incidence globale du travail émotionnel sur la régulation des émotions dépend de l'équilibre entre ces deux processus. Quoi qu'il en soit, l'évaluation transversale du burnout et de l'utilisation des FPS ne nous permet pas d'établir avec certitude la direction du lien de cause à effet. Ces données doivent être considérées comme un « cliché instantané » d'une problématique évolutive. L'épuisement émotionnel est souvent décrit comme le premier stade du burnout, suivi par la dépersonnalisation et la diminution de l'accomplissement professionnel (Maslach et al., 1996). L'analyse des corrélations montre des associations modérées (i.e. $r = \pm 0.30 - 0.40$) entre les trois dimensions du syndrome (Annexe D). Les analyses de régression s'avèrent toutefois non significatives, avec des p-valeurs relativement proches du seuil de signification (i.e. $p = 0.14 - 0.08$). Bien que ces résultats ne permettent pas de confirmer la chaîne causale

du burnout, les p-valeurs obtenues suggèrent un potentiel manque de puissance statistique dû à la taille de notre échantillon. Par ailleurs, la phase « terminale » du burnout est marquée par une augmentation de l'absentéisme, des arrêts-maladies et du turnover (Maslach & Leiter, 2016 ; Schaufeli et al., 2009 ; Borritz et al., 2006). Il est dès lors possible que nos résultats ne représentent que la partie visible d'une problématique plus large. Au contraire des FPS, les FRS sont susceptibles d'avoir des vertus réparatrices d'un point de vue cognitivo-énergétique. Ces stratégies visent à restaurer le capital de ressources de l'individu et, *in fine*, à réduire le déséquilibre entre les exigences du travail et les capacités de l'opérateur. Nos résultats indiquent toutefois que la mobilisation des FRS n'est associée à aucune des trois dimensions du burnout (i.e. Etude 3). En d'autres termes, le recours à ces stratégies n'a pas d'incidence sur le phénomène d'usure psychologique observé chez les médecins urgentistes. Dans le même temps, ces résultats suggèrent que l'utilisation des FRS n'a pas de coût associé pour l'individu en termes de burnout.

1.5. Synthèse des principaux résultats

La présente thèse a pour principal objectif de proposer un modèle explicatif de la gestion informelle du risque associé à la fatigue intégrant les contributions de l'approche FRMS, du modèle cognitivo-énergétique et de la phénoménologie du burnout. Le tableau 2 propose un aperçu général des différentes hypothèses dérivées de ce modèle, des méthodes déployées ainsi que des principaux résultats qui en découlent.

Tableau 2. Synthèse des principaux résultats.

	Hypothèse	Méthode	Résultat	Conclusion
Article 1	H1a : Lorsqu'ils sont fatigués, les médecins urgentistes mobilisent des FRS de façon informelle.	Analyse qualitative par raisonnement inductif	12 stratégies identifiées	Acceptée
Article 1	H1b : Lorsqu'ils sont fatigués, les médecins urgentistes mobilisent des FPS de façon informelle.	Analyse qualitative par raisonnement inductif	21 stratégies identifiées	Acceptée
Article 2	H2 : La somnolence ressentie est un indicateur fiable des altérations associées à la fatigue.	Modèle à effets mixtes	$p = .88$	Rejetée
Article 3	H3a : La fréquence d'utilisation des FRS est négativement associée à la fatigue.	Modèle à effets mixtes	$p = .01$	Acceptée
Article 3	H3b : La fréquence d'utilisation des FPS modère la relation entre fatigue et performance.	Modèle à effets mixtes	$p = .03$	Acceptée ¹
Article 3	H4a : La fréquence d'utilisation des FRS est négativement associée à l'épuisement émotionnel.	Régression linéaire	$p = .71$	Rejetée
Article 3	H4b : La fréquence d'utilisation des FPS est positivement associée à l'épuisement émotionnel.	Régression linéaire	$p < .01$	Acceptée

Note. Tableau récapitulatif des hypothèses, méthodes, résultats et conclusions propres à chaque article. 1* La fréquence d'utilisation des FPS modère la relation entre la fatigue et l'interaction avec le patient, la seule dimension de la performance affectée par la fatigue.

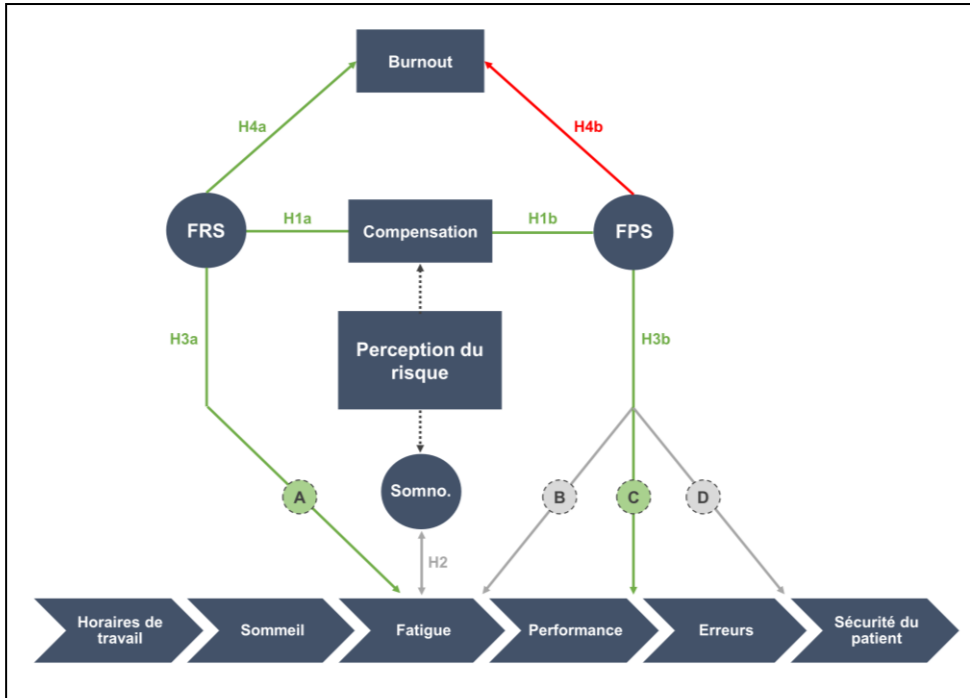


Figure 18. Mise à l'épreuve du modèle hypothétique. Les relations non-significatives sont représentées en gris. Les relations significatives sont représentées en vert lorsque l'effet peut être qualifié de favorable et en rouge lorsque l'effet peut être qualifié de défavorable dans un contexte de gestion du risque.

Les principaux résultats des trois études sont les suivants (Figure 1) :

- ❖ Les médecins urgentistes font usage de stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue. Conformément au modèle FRMS, elles peuvent être classées en deux catégories en fonction de leur finalité : réduire le niveau de fatigue (i.e. FRS) ou modérer l'effet de la fatigue sur la qualité des soins (i.e. FPS).
- ❖ L'état subjectif de somnolence n'est pas un prédicteur fiable de la fatigue « objective » telle qu'elle est mesurée par les tests de temps de réaction.

- ❖ La mobilisation de FRS est associée à une réduction de la fatigue objective et ne présente pas de risques associés en termes d'épuisement émotionnel.
- ❖ La mobilisation de FPS modère la relation entre fatigue objective et certains aspects de la performance médicale, à savoir l'interaction avec le patient et l'autogestion. Toutefois, l'utilisation de ces stratégies est également associée à un phénomène d'épuisement émotionnel susceptible de conduire au burnout.

2. Limites et perspectives de recherche

La méthode que nous avons développée n'est pas uniquement dédiée à la mise à l'épreuve de notre modèle hypothétique. Plus largement, l'objectif de ce travail tient à proposer une approche qui permet l'identification, la quantification et l'évaluation de stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue. Elle se veut aisément transposable à d'autres contextes d'évaluation, moyennant certaines adaptations aux spécificités de l'activité. A ce jour, il s'agit de la première tentative d'évaluation de l'efficacité de ces stratégies. Comme toute première itération, notre méthode comporte un certain nombre de limites.

Premièrement, le dispositif d'évaluation de la performance s'appuie sur des données auto-rapportées. En médecine, il est difficile de disposer d'indicateurs qui soient à la fois individualisés, aisément accessibles et qui traduisent le caractère multidimensionnel de la performance médicale. Au vu des contraintes logistiques et temporelles propres à l'activité de terrain, notre choix s'est naturellement porté sur le questionnaire. Comme nous l'avons précédemment mentionné, les

données issues de questionnaires sont sensibles au biais de désirabilité sociale. Il est possible que les informations rapportées reflètent l'effort du médecin à se présenter sous un jour favorable ou à se conformer à ce qui est attendu de lui (Peabody et al., 2000). Les participants ont été informés que les données récoltées seront traitées de façon anonyme et que les réponses individuelles ne pourront être identifiées dans les publications ou communications ultérieures. Malgré ces précautions usuelles, nous ne pouvons exclure l'éventualité que les médecins soient peu disposés à se reconnaître comme « peu compétents » pour certains aspects de la performance. Il est probable qu'il soit plus aisé d'admettre un manque d'empathie envers le patient que de concéder une faute relative au diagnostic ou au traitement. Cette même hypothèse est susceptible de rendre compte du faible taux d'erreurs auto-rapportées. En outre, la littérature montre que les individus ont tendance à sous-estimer l'ampleur du déclin de performance associé à la fatigue (Jones et al., 2006). Cela étant, nos résultats sont en accord avec les nombreuses études mettant en évidence un effet différentiel de la fatigue sur les compétences techniques et non techniques au départ de données à la fois objectives et subjectives (Gates et al., 2018 ; Amirian & al., 2014 ; Silbergleit et al., 2006 ; Uchal & al., 2005 ; Howard et al., 2003). En l'absence de méthodes d'évaluation objectives et individualisées de la performance, l'étude de l'efficacité des stratégies de gestion du risque restera vraisemblablement cantonnée aux données auto-rapportée. C'est dans ce sens qu'il est essentiel de stimuler le développement de tels outils en contexte médical.

En second lieu, il convient de souligner que les stratégies informelles de gestion du risque sont fondamentalement liées au contexte culturel dans lequel elles se développent (Dawson et al., 2012). Ainsi, il est possible que la nature ou l'efficacité des stratégies mobilisées varie d'un hôpital à l'autre. Les variables susceptibles de jouer un rôle incluent

non seulement la culture organisationnelle, mais également des facteurs liés à l'aménagement du travail, au type de leadership ou à des attributs individuels tels que la personnalité ou l'aversion au risque. En d'autres termes, toute variable susceptible de jouer un rôle dans la relation entre l'individu et le travail est un potentiel modérateur. La prise en compte de l'ensemble de ces indicateurs au sein d'une même étude est illusoire dans la mesure où elle nécessiterait un échantillon d'une taille considérable. Comme mentionné en introduction, notre travail est une première itération et, à ce titre, a pour principale vocation de dégager des perspectives à la fois théoriques et méthodologiques pour de futures recherches. Il est espéré que ces résultats préliminaires stimulent le développement des outils et des concepts qui permettront de mieux comprendre les mécanismes informels de gestion du risque associé à la fatigue. En ce qui concerne la nature des effets mis en évidence, ils doivent être considérés à la lumière des spécificités contextuelles propres à notre terrain d'étude. De futures recherches et méta-analyses sont nécessaires afin de compiler, d'affiner et éventuellement de confirmer nos premiers résultats. De même, le potentiel rôle modérateur des variables précitées ouvrent de nombreuses perspectives de recherche.

Troisièmement, nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'efficacité de chaque stratégie considérée isolément pour des raisons statistiques. La procédure consiste à effectuer une régression multiple reprenant les 33 stratégies en tant que variables indépendantes. Il est généralement conseillé de disposer au minimum de 10 observations par prédicteur de façon à éviter le surajustement (i.e. « overfitting »), une condition non respectée dans notre cas. Un modèle surajusté correspond trop étroitement à un ensemble particulier de données et ne permet pas de prévoir de manière fiable les observations futures (Babyak, 2004 ; Harrel et al., 1996 ; Peduzzi et al., 1996). La taille minimale de

l'échantillon a été déterminée a priori de façon à limiter le surajustement et à satisfaire aux exigences de puissance statistique. Sur base de cette analyse, nous avons défini la durée de la période de collecte de données et le nombre minimum de participants requis. En dépit de ces précautions, le nombre substantiel d'observations manquantes ne nous permet pas de conduire ces analyses. Nous avons pris la décision de regrouper les stratégies en catégories de façon à réduire le nombre de prédicteurs. Les trois catégories de FPS ont été agrégées en une seule et même variable dans la mesure où les données relatives aux deux derniers segments de la trajectoire du risque étaient non concluantes. La méthodologie exposée au sein de ce travail supporte toutefois l'évaluation individualisée de l'efficacité des stratégies informelles de gestion du risque. De futures recherches portant sur des échantillons plus importants sont nécessaires afin d'isoler les stratégies les plus efficaces.

La quatrième limite porte sur la taille de l'échantillon, naturellement restreinte par le nombre de médecins urgentistes exerçant au CHU de Liège. Nous aurions pu étendre le protocole de recherche à plusieurs centres hospitaliers de façon à augmenter l'effectif de l'étude. Comme nous l'avons précédemment évoqué, une telle approche s'expose toutefois à un effet « centre » dans la mesure où l'organisation du travail est susceptible de différer sensiblement d'un hôpital à l'autre. A ceci se rajoutent des considérations logistiques et financières liées à la répartition du matériel de recherche. Le budget de fonctionnement dédié au projet a permis l'achat de dix smartphones et de huit actimètres à répartir entre les vingt-huit médecins participants. En l'absence d'équipements supplémentaires, l'augmentation de la taille d'échantillon est d'un intérêt limité. Pour ces raisons, nous avons opté pour une étude monocentrique prospective s'étalant sur plusieurs mois. La multiplication des observations et l'utilisation de modèles mixtes nous a permis de

pallier aux contraintes d'échantillonnage tout en contrôlant la variabilité intra-individuelle. Le principal inconvénient de cette démarche est qu'elle exige une implication importante de la part des participants. Certains médecins ont pris part à l'étude durant près d'un mois à raison de trois prises de données par jour (i.e. début, milieu et fin de service). Ces exigences se reflètent dans le nombre substantiel d'observations manquantes et, *in fine*, dans la fragmentation du suivi longitudinal des données collectées. En conséquence, nos résultats ne nous permettent pas de répondre à un certain nombre de questions relatives à la fluctuation temporelle des différents indicateurs. Par exemple, il aurait été intéressant d'évaluer l'effet des FRS sur l'accumulation d'une dette de sommeil au cours d'une semaine de travail consécutif. De même, une analyse temporelle de la performance médicale permettrait de révéler les dimensions dont la dégradation est la plus marquée. De futures recherches monocentriques impliquant des hôpitaux aux effectifs plus importants sont nécessaires afin de répondre à ces questions de recherche. A défaut, des études multicentriques portant sur un nombre suffisant d'hôpitaux différents pourraient permettre de contrôler l'effet centre lors de l'analyse des données.

En cinquième lieu, le choix des différents instruments composant notre méthodologie est limité par les contraintes de terrain. La principale est relative au temps de passation associé à chaque « configuration » (i.e. ensemble de modules). Il a été décidé que la collecte de données n'excéderait pas 10 minutes par configuration de façon à ne pas perturber l'activité outre mesure et à garantir l'adhésion des participants. En conséquence, nous avons dû restreindre l'évaluation de la fatigue « objective » à sa dimension cognitive. Comme nous l'avons vu, les altérations associées à la fatigue sont également de nature physique et émotionnelle. L'évaluation objective de la fatigue physique repose sur

l'électromyographie de surface, une technique médicale permettant d'étudier la fonction des nerfs et des muscles (Cifrek et al., 2009). Elle nécessite la pose d'électrodes sur des zones préalablement rasées et aseptisées correspondant à différents groupes de muscles. De même, l'évaluation objective de la fatigue émotionnelle repose sur l'acquisition de signaux physiologiques (e.g. électrocardiographie ou électromyographie des muscles faciaux). Au-delà des astreintes temporelles, il est évident que ce type de manipulation n'est pas compatible avec les contraintes de terrain. Une alternative viable consisterait à utiliser des mesures subjectives pour ces deux dimensions. Toutefois, notre approche consiste à comparer les aspects objectifs et subjectifs de la fatigue de façon à dériver une mesure de la perception du risque. Dans ce contexte, disposer exclusivement de variables subjectives est d'un intérêt limité. En outre, l'hypothèse du facteur général légitime l'utilisation d'une tâche d'attention soutenue pour rendre compte des altérations à la fois cognitives et émotionnelles. En effet, les troubles émotionnels associés au manque de sommeil ont des répercussions directes sur le fonctionnement cognitif (Walker & Van Der Helm, 2009 ; Phelps, 2006). En ce qui concerne la fatigue physique, elle nous semble moins déterminante lorsque l'on considère la nature de l'activité exercée par les médecins.

La sixième limite est relative à l'interprétation des scores obtenus au *Maslach Burnout Inventory*. Les trois premières versions du MBI proposent des valeurs seuils permettant de classer les scores obtenus aux différentes dimensions du burnout. Ces valeurs ont fait l'objet de vives critiques (Wickramasinghe et al., 2018) dans la mesure où elles sont basées sur une division arbitraire des données normatives en tiers (i.e. faible, modéré, élevé). Par exemple, le score obtenu à une dimension est considéré comme élevé s'il est compris dans les trois derniers déciles de

la distribution normative. Il est évident que le premier tiers d'un échantillon de référence n'est pas une définition claire et satisfaisante d'un cas de burnout « sévère ». En conséquence, les auteurs ont décidé de retirer ces scores de la dernière version du MBI (Maslach et al., 2016). Une approche alternative est proposée et consiste à calculer les valeurs seuils sur base d'un large échantillon de la population à l'étude. Les formules utilisées consistent en des règles de standardisation spécifiques à chaque dimension et à chaque population (e.g. pour la dépersonnalisation dans la population générale, $z = \text{Mean} + \text{SD} * 1.25$). A ce jour, il n'existe pas de pareilles règles pour la version HSS-MP du MBI (i.e. *Human Service Survey for Medical Personnel*) et la taille de notre échantillon ne nous permet pas de définir nos propres valeurs. Dans leur méta-analyse, Doulougeri et collaborateurs (2016) concluent que les scores utilisés pour déterminer la sévérité du burnout varient considérablement d'une étude à l'autre. En l'absence de critères clairs et univoques, il est dès lors hasardeux de se prononcer sur la prévalence du burnout dans notre échantillon. Pour cette raison, nous traitons le score du MBI comme une variable continue alors que les critères diagnostiques sont uniquement présentés de façon descriptive. Bien que les résultats montrent une association claire entre l'utilisation de FPS et l'épuisement émotionnel, la question qui subsiste est de savoir dans quelle mesure l'état psychologique des médecins doit être considéré comme préoccupant.

En dernier lieu, nos résultats indiquent que l'état subjectif de somnolence n'est pas un prédicteur fiable des altérations associées à la fatigue. Nous sommes partis du postulat que la somnolence est l'indicateur le plus aisément accessible pour l'individu lors de l'évaluation du risque associé à la fatigue. En suivant cette logique, il semblerait que les médecins urgentistes tendent à sous-estimer le risque. Nous ne pouvons toutefois exclure que la perception du risque s'opère au départ

d'autres indicateurs, relatifs à la performance ou à la charge de travail perçue par exemple. Des recherches supplémentaires impliquant d'autres prédicteurs sont nécessaires afin de déterminer la fiabilité de la perception du risque associé à la fatigue en médecine d'urgence.

3. Implications pour la sécurité

Nos résultats montrent que les médecins urgentistes du Centre Hospitalier Universitaire de Liège déploient des stratégies informelles de gestion du risque associé à la fatigue, et que certaines d'entre elles se caractérisent par un compromis entre bien-être et performance.

Les connaissances sur la façon dont ces stratégies émergent, se façonnent et se diffusent au sein du système de travail sont encore limitées. A cet égard, nos travaux mettent en lumière le caractère fondamentalement adaptatif de ces mécanismes. La confrontation répétée à des situations à risque stimule le développement de pratiques informelles agissant à différents niveaux de la trajectoire du risque. Les différentes catégories de stratégies peuvent être conceptualisées comme des « barrières » successives visant à renforcer la résilience du système face à la fatigue. En réalité, l'existence même de telles pratiques traduit le caractère lacunaire des procédures formelles de gestion du risque associé à la fatigue. En l'absence de ressources organisationnelles adéquates, la résilience du système s'illustre à travers le développement spontané de pratiques non documentées. Ces improvisations contribuent à creuser l'écart entre le travail prescrit, à savoir ce qui est attendu du travailleur et formalisé dans les procédures, et le travail réel tel qu'il est réalisé sur le terrain (Hollnagel, 2017). Un tel décalage est susceptible de fragiliser le système de travail dans la mesure où les personnes qui ont la charge de diriger ou de concevoir le travail ne sont pas informées des ajustements déployés par les opérateurs de première ligne (Sujan et al., 2016). Dans ce

contexte, il est essentiel de développer des boucles de régulation mutuelle entre les procédures formelles et la réalité du terrain. L'alignement du travail prescrit et du travail réel peut s'opérer à travers deux approches alternatives (Falzon, 2011 ; Amalberti, 2007 ; Pariès & Vignes, 2007).

La première consiste à augmenter les procédures formelles sur base des improvisations déployées au niveau local. Au départ de données de terrain, l'organisation développe les ressources structurelles qui faciliteront la gestion du risque associé à la fatigue (e.g. barrières technologiques, procédures de contrôle). De ce point de vue, les stratégies identifiées au cours de notre travail présentent un certain potentiel de formalisation. A titre d'exemple, les médecins à risque peuvent être identifiés à l'aide d'une brève tâche de temps de réaction afin d'être réaffectés à des activités considérées comme moins vulnérables à la fatigue (i.e. stratégies de redistribution). De même, il est envisageable d'implémenter des procédures de vérification systématique des erreurs durant les périodes critiques d'un point de vue circadien (i.e. stratégies de contrôle). Cette approche repose sur une conception « réglée » de la sécurité dont la finalité est d'éviter toute défaillance par des procédures, des automatismes, des équipements ou des formations aux « comportements sûrs » (Daniellou et al., 2010). La standardisation des pratiques, l'adhésion des acteurs et l'éradication des déviations résiduelles sont considérées comme les étapes indispensables à l'amélioration de la sécurité (Pariès, 2011 ; Amalberti et al., 2005). Une telle démarche peut paraître illusoire dans la mesure où, malgré les ressources dévolues au formalisme, les opérateurs devront inévitablement faire face à des situations non prévues ou faiblement prises en compte par le système. Lorsqu'ils sont sur-réglés, les systèmes deviennent alors rigides et peu adaptatifs aux situations d'exception (Van Daele & Ait Ameer, 2010). Par ailleurs, l'accumulation des procédures peut être vécue comme une

contrainte et donner lieu à des tensions entre gestionnaires et praticiens (Sujan et al., 2016). Dans certains cas, ces tensions se marquent par une augmentation des violations de règles et ont ainsi des effets contre-productifs sur l'alignement entre travail prescrit et travail réel (Patterson et al., 2017 ; Nyssen & Côte, 2010).

La seconde approche vise, au contraire, à dégager des marges de manœuvre pour laisser libre cours aux adaptations des opérateurs de terrain. Cette démarche renvoie à une conception « gérée » de la sécurité où l'anticipation, la perception et la gestion des défaillances imprévues reposent sur l'expertise des opérateurs et la qualité de leurs initiatives (Daniellou et al., 2010). Dès lors, la sécurité résulte de la capacité des opérateurs à juger quand et comment adapter, ou ne pas adapter, les procédures aux circonstances locales. Cette conception de la sécurité est un des éléments fondamentaux de l'ergonomie centrée sur l'activité (Daniellou, 1996 ; Hubault, 1996). Dès la fin des années 1960, Faverge présente l'homme comme un « agent de fiabilité » et s'interroge déjà sur l'existence de pratiques informelles transmises au niveau du collectif de travail (Faverge, 1967). La sécurité gérée présuppose une organisation plus souple du travail où les écarts vis-à-vis des procédures ne sont pas considérés *de facto* comme des comportements à proscrire. Contrairement à la sécurité réglée, cette approche permet de faire face aux situations non prévues par le formalisme et contribue, *in fine*, à renforcer la résilience du système de travail. Toutefois, nos travaux montrent que les mécanismes individuels de résilience ne sont pas sans risques pour l'opérateur. En effet, certaines initiatives déployées au niveau local sont associées à un phénomène d'usure psychologique susceptible de conduire au burnout. Ces résultats soulignent les limites d'une approche reposant uniquement sur une conception « gérée » de la sécurité. En l'absence de ressources organisationnelles adéquates, la résilience du système repose

essentiellement sur l'expertise des médecins. Ainsi, le coût associé à la régulation de ces aspects de l'activité se répercute de façon linéaire sur les ressources de l'opérateur. Il y a surcharge lorsque les ressources individuelles sont dépassées par le coût que nécessite le travail (Leplat, 1977). La question est moins celle de l'approche à privilégier que celle de l'équilibre à trouver entre stratégie normative et innovation « artisanale ».

En médecine d'urgence, la conduite des soins est soumise à des événements imprévisibles ainsi qu'à une fluctuation importante de la charge de travail (Schoenenberger et al., 2013). Ces contraintes organisationnelles se superposent aux perturbations circadiennes associées aux horaires atypiques et génèrent ainsi une double variabilité du point de vue des demandes du travail et des ressources de l'opérateur. Dans ce contexte, les médecins urgentistes doivent s'adapter de façon à maintenir un niveau de performance dans des marges acceptables pour l'institution, et ce en dépit de perturbations sévères des conditions de fonctionnement. C'est dans ce sens que la gestion du risque associé à la fatigue doit se concevoir comme l'addition de la sécurité réglée – « prévoir le mieux possible » –, et de la sécurité gérée – « faire face à l'imprévu ». La sécurité gérée peut être intégrée dans la sécurité réglée par le biais de retours d'expériences de façon à tirer les leçons de « ce qui s'est bien passé » (Daniellou et al., 2010). Le développement de procédures et de barrières formelles permet alors de décharger l'opérateur de certains aspects liés à la gestion du risque. Les ressources individuelles ainsi dégagées peuvent être allouées à la gestion dynamique des situations non prévues. En d'autres termes, l'articulation entre sécurité gérée et sécurité réglée ne sera optimale que si le formalisme agit en tant que support et permet l'expression ponctuelle de mécanismes individuels de résilience face à l'imprévu. Ce juste équilibre permet de

tirer parti de l'efficacité « opérationnelle » des stratégies informelles de gestion du risque tout en minimisant le coût psychologique associé à la surutilisation de ces pratiques sur le long terme. A cet égard, plusieurs aménagements organisationnels sont envisageables.

En premier lieu, il est essentiel de poser un cadre structurel qui facilite le développement de boucles de régulation mutuelle entre procédures formelles et réalité du terrain. Des ateliers collaboratifs peuvent être organisés tout au long de l'année de façon à promouvoir le transfert de connaissances entre les instances opérationnelles et managériales. Nos résultats montrent que le focus group et la carte conceptuelle sont des outils particulièrement adaptés au partage d'expériences dans un contexte de gestion du risque. Le caractère implicite des stratégies déployées au niveau local accorde une place centrale à ce type de techniques exploratoires. Idéalement, les ateliers collaboratifs remplissent un double objectif. Le premier vise à évaluer le potentiel de formalisation des stratégies rapportées par les médecins. La méthodologie présentée au sein de ce travail permet d'isoler les stratégies les plus prometteuses au départ de données empiriques. Il n'est pas seulement question d'augmenter le corpus de procédures, mais également de développer des barrières technologiques dirigées vers les facteurs de risque. Ces différents dispositifs sont élaborés en concertation directe avec les opérateurs de première ligne de façon à garantir l'utilisabilité et l'acceptabilité des nouvelles mesures. Le formalisme n'est plus vécu telle une contrainte mais, au contraire, comme une ressource qui répond à une problématique issue du terrain. Le second objectif tient à dégager les marges de manœuvre nécessaires à l'expression des mécanismes de résilience au niveau local. L'organisation du travail doit favoriser les improvisations du personnel médical dès lors qu'elles renforcent la capacité du système à absorber les fluctuations de performance associées

à la fatigue. L'assouplissement ou la révision de procédures préexistantes permet de lever certaines contraintes entravant le déploiement d'initiatives locales. A ce stade, il est pertinent de considérer le principe de « double standard » et de définir les critères sur base desquels les écarts aux procédures seront tolérés. Par exemple, les pratiques informelles de redistribution des tâches peuvent être conditionnées par une évaluation normée de la gravité des atteintes médicales d'une part (e.g. échelle NACA) et de l'état de fatigue du médecin de garde d'autre part (e.g. PVT).

En second lieu, il convient d'identifier les besoins en matière de formation à la gestion du risque associé à la fatigue. L'identification des besoins, qu'ils soient collectifs ou individuels, doit mener au recensement des ressources qui permettront de compléter ou de développer les compétences des médecins. Dans notre cas, les groupes de discussion soulignent le manque de connaissances relatives à l'hygiène du sommeil. A titre d'exemple, le terme de « sieste » est utilisé pour désigner des périodes de repos dont la durée est très variable, s'étalant parfois sur plusieurs heures. Il a été démontré que les siestes excédant 30 minutes sont associées à un phénomène d'inertie du sommeil et à une altération du fonctionnement cognitif au réveil (Hilditch et al., 2016 ; Berry & Wagner, 2015). Certaines stratégies permettent de minimiser ce phénomène, telles que la consommation de caféine avant l'endormissement (Reyner & Horne, 1997). Les discussions de groupe révèlent également que les médecins se reposent essentiellement durant la nuit. Or, il a été démontré que la planification de courtes siestes à des moments stratégiques de la journée permet de contrer les perturbations circadiennes associées au travail nocturne (Sack et al., 2007). Dans l'ensemble, nos résultats indiquent que les stratégies de gestion des temps de repos sont peu représentées et que les médecins pourraient largement

bénéficier d'une sensibilisation à ces différentes notions. Ces conclusions sont étroitement liées au contexte organisationnel et les besoins sont dès lors susceptibles de varier d'un hôpital à l'autre. L'identification des besoins en matière de formation peut être opérationnalisée à l'aide de différents outils (e.g. groupes de discussion, entretiens individuels, questionnaires, analyses d'incidents critiques). Dans tous les cas, il s'agit de délimiter les axes prioritaires à travers une étude comparative des compétences actuelles et requises dans un contexte de gestion du risque.

En troisième lieu, la création d'un dispositif de formation continue permettrait de diffuser et de généraliser les résultats des ateliers collaboratifs. Les nouvelles procédures, barrières technologiques et les éventuels « doubles standards » sont présentés et progressivement adoptés par l'ensemble des membres du personnel. Ce dispositif peut également être alimenté de modules spécifiques aux besoins préalablement identifiés. Barger et collaborateurs (2018) ont démontré qu'une formation à l'hygiène du sommeil a des effets positifs sur de nombreuses variables liées à la santé et à la sécurité chez les travailleurs de nuit. Le développement d'un volet dédié à la perception du risque associé à la fatigue semble également de première importance. Nos résultats indiquent que la sensation subjective de somnolence n'est pas un indicateur fiable des altérations cognitives associées à la fatigue. Ce décalage peut se traduire par une tendance à surestimer son contrôle sur un évènement ou une tâche donnée, et est dès lors susceptible d'entraver le déploiement de stratégies compensatoires. Toutefois, il a été démontré que cet écart peut être réduit par l'entraînement à l'aide de tâches qui procurent un feedback sur la performance (Dorrian et al., 2003). Un module de formation dédié à cette problématique pourrait dès lors supporter l'identification des situations à risque. Alternativement, la perception du risque pourrait exclusivement s'opérer à travers la

complétion de tâches de temps de réaction. A nouveau, ces deux approches renvoient respectivement à une conception gérée ou réglée de la sécurité.

En quatrième lieu, un des enjeux majeurs est de promouvoir une culture de la sécurité où la fatigue est reconnue comme un danger inhérent à l'activité, et non comme une faiblesse individuelle chargée de culpabilité. Dans le domaine des soins de santé, les mentalités sont encore bien souvent marquées par l'idéal d'infailibilité (Ksouri et al., 2010). Les médecins sont réticents à l'idée d'admettre des difficultés associées à la fatigue par crainte d'éventuelles répercussions (O'Reilly, 2012 ; Rosenstein, 2011 ; Kay et al., 2008). Nos résultats sont partiellement en accord avec ce constat : seulement deux erreurs ont été rapportées sur la période de l'étude. La culture de la culpabilité entrave toute possibilité de tirer des enseignements des erreurs et fait obstacle à l'amélioration de la sécurité des patients. Les systèmes de gestion du risque associé à la fatigue obligent à rompre avec cette conception et introduisent la notion de « l'erreur utile ». L'analyse des causes et des précurseurs permet d'améliorer la résilience du système de travail et de prévenir l'occurrence d'erreurs similaires (Dawson & McCulloch, 2005). L'implication et l'engagement de l'organisation sont essentiels pour obtenir l'adhésion des médecins à la culture de « l'erreur utile » (Ksouri et al., 2010). A cet égard, les groupes supervisés d'échange de pratiques et les M&M meetings (i.e. Morbidity and Mortality) constituent des approches privilégiées (Favier-Arnaudier et al., 2009 ; Nyssen et al., 2004). À l'aide des techniques de l'entretien d'explicitation et d'une méthodologie de classification des erreurs, les superviseurs ont pour rôle de recentrer l'analyse sur le versant étiologique et de faire émerger les précurseurs de l'incident. A terme, cette démarche pédagogique permet d'aboutir à une épidémiologie de l'erreur et à la reconnaissance des facteurs de risque.

En dernier lieu, il est essentiel d'évaluer l'impact de ces différents aménagements sur la sécurité du système. Nos résultats soulignent qu'il est nécessaire de considérer l'efficacité du dispositif de gestion du risque à travers le double prisme de la qualité des soins et du bien-être des praticiens. La qualité des soins peut être évaluée au départ des indices systémiques classiquement utilisés en médecine (e.g. morbidité, mortalité) ou sur base d'indicateurs individualisés lorsque les aménagements sont localisés (e.g. performance auto-rapportée). Concernant le bien-être, le *Maslach Burnout Inventory* peut être administré à intervalles réguliers de façon à monitorer le coût psychologique associé aux mécanismes de résilience. Une telle approche permet l'identification de signes avant-coureurs et le développement précoce de contre-mesures appropriées. Enfin, le suivi de ce type d'indicateur fournit de précieuses informations quant au rôle de support de l'environnement de travail dans un contexte de gestion du risque (Sinsky et al., 2017).

4. Conclusions générales

Ce que nous faisons avec le temps est ce que l'on fait toujours face à une denrée rare et convoitée : trouver une nouvelle source d'approvisionnement. C'est dans ce sens que la société des 24 heures s'est imposée comme un nouveau mode de vie dont il est désormais difficile de s'affranchir. Le démantèlement des normes collectives, la diversification des temps individuels de travail et le recours intensif aux pratiques de flexibilité sont autant de signes tangibles de cette métamorphose. La pluralité des horaires de travail entre alors en contradiction avec la constance du rythme interne généré par l'horloge biologique. Dans ce contexte, la question qui se pose est celle du prix à payer au nom de la sacro-sainte flexibilité.

La détermination de l'homme à outrepasser ses spécifications techniques pour évoluer en dehors du cadre « normal » a ouvert la voie à une nouvelle doctrine : la gestion des risques. La fatigue est considérée comme un danger inhérent à l'activité dont il est nécessaire de maîtriser les causes et de mitiger les conséquences. Tenant compte des contraintes de la société moderne, les nouveaux systèmes de gestion du risque se présentent comme des alternatives aux approches essentiellement centrées sur la limitation du temps de travail. Cette conception renvoie à l'idée qu'il est possible de compenser, par des moyens structurels ou individuels, le risque que représente le travail selon des horaires dits « atypiques ». Cette approche s'applique tout particulièrement à la médecine d'urgence où le déséquilibre croissant entre l'offre et la demande de soins de santé exclut *de facto* les stratégies usuelles de réduction du temps de travail. Bien qu'ils répondent à une problématique sociétale, ces nouveaux modèles présentent toutefois une limite majeure dans la mesure où ils ne s'interrogent pas sur l'éventuel coût psychologique associé à la mobilisation récurrente de stratégies compensatoires.

Dans son livre intitulé « Global burn-out », Pascal Chabot décrit le burnout comme une pathologie civilisationnelle imputable à l'organisation contemporaine du travail plutôt qu'aux individus eux-mêmes (2013). L'intensification et la flexibilisation du travail vouent l'opérateur à une adaptation constante qui, à terme, peut être perçue comme sans limites ou sans finalité. Le burnout se construit alors comme un processus en réaction au déséquilibre entre les exigences de l'activité et les ressources de l'individu. Il est donc essentiel de considérer un système de gestion du risque non seulement du point de vue de son efficacité opérationnelle, mais également au regard de ses effets à long terme sur le bien-être de l'opérateur. A cet égard, notre travail introduit

une approche novatrice permettant l'évaluation des stratégies informelles de gestion du risque sous le double prisme de l'efficacité opérationnelle et du bien-être des travailleurs. Son implémentation sur le terrain suggère que la résilience du système face à la fatigue peut s'opérer au détriment de la résilience individuelle de ses membres. Plus précisément, les stratégies de gestion du risque déployées de façon informelle permettent de maintenir l'efficacité du système au prix d'un effort supplémentaire qui, sur le long terme, est susceptible d'aboutir à une rupture. Ces résultats préliminaires doivent être considérés comme une démonstration localisée et, à ce titre, la généralisation ne sera justifiable que dans les cas où le contexte organisationnel partage de fortes similarités avec celui qui est décrit dans le présent ouvrage. Notre travail se présente davantage comme une remise en question de méthodes, modèles et indicateurs au départ desquels l'efficacité d'un système de gestion du risque associé à la fatigue doit être évaluée.

La problématique soulevée par nos résultats renvoie plus largement au compromis qui est fait entre un mode de fonctionnement « réglé » – rigide mais protecteur –, et un mode de fonctionnement « géré » – résilient mais exigeant. En contexte organisationnel, l'enjeu n'est pas celui du choix alternatif mais se pose plutôt en termes de proportion, de simultanéité et d'articulation entre ces deux formes de sécurité (Dien, 1998). Dans le domaine du jazz par exemple, l'improvisation repose sur un subtil mélange de pré-écrit et de spontanéité (Chédotel, 2005). Ce n'est certainement pas une coïncidence si certains des plus beaux moments enregistrés du jazz furent préparés par des prodiges d'écriture orchestrale. Improviser requiert une grande maîtrise des codes musicaux, de la structure harmonique et de la suite d'accords sur laquelle se développe la mélodie. L'activité du médecin, comme celle du musicien, relève d'une gradation nuancée de plusieurs

degrés d'improvisation, depuis l'interprétation jusqu'à la composition en passant par la variation et l'enjolivement. Les règles, les structures formelles et la mémoire du passé servent de support au développement d'adaptions sur le vif. C'est dans ce sens que l'arbitrage entre adaptation et formalisme constitue un des enjeux majeurs des nouveaux systèmes de gestion du risque associé à la fatigue. La quête du juste équilibre ne peut se faire qu'à travers une considération duale des effets à la fois individuels ou systémiques, à court ou à long terme, et délétères ou vertueux associés à de telles pratiques.

Références

- Ahola, K., Hakanen, J. (2007). Job strain, burnout, and depressive symptoms: A prospective study among dentists. *J Affect Disord.* 104(1): 103–10. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2007.03.004>
- Ahola, K., Hakanen, J., Perhoniemi, R., Mutanen, P. (2014). Relationship between burnout and depressive symptoms: A study using the person-centred approach. *Burnout Research.* 1(1): 29–37.
- Aiken, L. S., & West, S. G. (1991). *Multiple regression: Testing and interpreting interactions.* Newbury Park: Sage.
- Åkerstedt, T., Anund, A., Axelsson, J., Kecklund, G. (2014). Subjective sleepiness is a sensitive indicator of insufficient sleep and impaired waking function. *J Sleep Res.* 23(3): 240–52.
- Akerstedt, T., Folkard, S. (1995). Validation of the S and C components of the three-process model of alertness regulation. *Sleep.* 18(1): 1–6.
- Åkerstedt, T., Gillberg, M. (1990). Subjective and objective sleepiness in the active individual. *International Journal of Neuroscience.* 52(1–2): 29–37.
- Akerstedt, T., Wright Jr., K. P. (2009). Sleep Loss and Fatigue in Shift Work and Shift Work Disorder. *Sleep Medicine Clinics.* 4(2): 257–271. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2009.03.001>
- Akselsson, R., Koornneef, F., Stewart, S., Ward, M. (2009). Resilience Safety Culture in Aviation Organisations. Dans *HILAS (Human Integration into the Lifecycle of Aviation Systems): Chapter 2.* Early draft. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/254908155_Resilience_Safety_Culture_in_Aviation_Organisations, le 01.04.19.
- Alami, YZ., Ghanim, BT., Zyoud, SH. (2018). Epworth sleepiness scale in medical residents: quality of sleep and its relationship to quality of life. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology.* 13: 21. <https://doi.org/10.1186/s12995-018-0203-z>
- Alhola, P., Polo-Kantola, P. (2007). Sleep deprivation: impact on cognitive performance. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 3(5): 553–567.
- Alsulami, Z., Conroy, S., Choonara, I. (2012). Double checking the administration of medicines: what is the evidence? A systematic review. *Arch Dis Child.* 97(9): 833–837.
- Amalberti, R. (2007). Ultrasécurité, une épée de Damoclès pour les hautes technologies. *Dossiers de la recherche,* 26, 74–81.

- Amalberti, R., Auroy, Y., Berwick, D., Barach, P. (2005). Five System Barriers to Achieving Ultrasafe Health Care. *Annals of Internal Medicine*. 142(9) : 756-764.
- Amirian, M., Linder, S., Trabulsi, E., Lallas, C. (2014). Surgical suturing training with virtual reality simulation versus dry lab practice: An evaluation of the performance improvements, content, and face validity. *Journal of Robotic Surgery*, 8(4), 329-335.
- Anaut M. (2008). *La résilience : surmonter les traumatismes*, Paris, Armand Colin, 128-Psychologie, éd. réactualisée.
- Appels, A., Schouten, E. (1991). Burnout as a risk factor for coronary heart disease. *Behavioral Medicine*. 17(2): 53-59. <http://dx.doi.org/10.1080/08964289.1991.9935158>
- Armon, G., Melamed, S., Shirom, A., Shapira, I. (2010). Elevated burnout predicts the onset of musculoskeletal pain among apparently healthy employees. *J Occup Health Psychol*. 15(4): 399-408. doi: 10.1037/a0020726.
- Armon, G., Shirom, A., Shapira, I., Melamed, S. (2008). On the nature of burnout–insomnia relationships: A prospective study of employed adults. *J Psychosom Res*. 65(1): 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2008.01.012>
- Arzalier-Daret, S., Buléon, C., Bocca, ML., Denise, P., Gérard, JL., Hanouz, JL. (2018). Effect of sleep deprivation after a night shift duty on simulated crisis management by residents in anaesthesia. A randomised crossover study. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 37(2): 161-166. doi: 10.1016/j.accpm.2017.05.010.
- Aserinsky E, Kleitman N. (1953). Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. *Science*. 118: 273–4.
- Aubert, N. (2004). *La société malade du temps*. Paris : Flammarion.
- Auger, KA., Landrigan, CP., Gonzalez del Rey, JA., et al. (2012). Better rested, but more stressed? Evidence of the effects of resident work hour restrictions. *Acad Pediatr*. 12(4): 335–343.
- Avidan, AY. (2013). Sleep and Fatigue Countermeasures for the Neurology Resident and Physician. *Continuum/Minneapolis Minn*. 19(1): 204–22.

- Ayas, NT., White, DP., Al-Delaimy, WK., Manson, JE., Stampfer, MJ., Speizer, FE., Patel, S., Hu, FB. (2003). A prospective study of self-reported sleep duration and incident diabetes in women. *Diabetes Care*. 26(2): 380-4.
- Baayen, R.H., Davidson, D.J., Bates, D.M. (2008). Mixed-effects modelling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*. 59(4): 390-412. doi.org/10.1016/j.jml.2007.12.005.
- Babyak, MA. (2004). What you see may not be what you get: a brief, nontechnical introduction to overfitting in regression-type models. *Psychosom Med*. 66(3): 411-21.
- Baker DP, Day R, Salas E. (2006). Teamwork as an essential component of high-reliability organizations. *Health Serv Res*. 41(4Pt2): 1576-1598. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6773.2006.00566.x>.
- Bakker, A., Schaufeli, WB., Demerouti, E., Janssen, PPM., van der Hulst, R., Brouwer, J. (2000). *Anxiety Stress and Coping*. 13(3): 247-268.
- Baldwin, DC., Daugherty, SR. (2004). Sleep deprivation and fatigue in residency training: results of a national survey of first and second-year residents. *Sleep*. 27(2): 217-223.
- Banks, S., Dinges, DF. (2007). Behavioral and physiological consequences of sleep restriction. *J Clin Sleep Med*. 3(5): 519-28.
- Barger, LK., Ayas, NT., Cade, BE., Cronin, JW., Rosner, B., Speizer, FE., Czeisler, CA. (2006). Impact of extended-duration shifts on medical errors, adverse events, and attentional failures. *PLoS Med*. 3(12): e487.
- Barger, LK., Runyon, MS., Renn, ML., Moore, CG., Weiss, PM., Condlle, JP., Flickinger, KL., Divecha, AA., Coppler, PJ., Sequeira, DJ., Lang, ES., Higgins, JS., Patterson, PD. (2018). Effect of Fatigue Training on Safety, Fatigue, and Sleep in Emergency Medical Services Personnel and Other Shift Workers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Prehosp Emerg Care*. 22(sup1): 58-68.
- Basner, M., Dinges, D.F. (2011). Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. *Sleep*. 34(5): 581-91.
- Beijamini, F., Silva, AG., Peixoto, CA., Louzada, FM. (2008). Influence of gender on psychomotor vigilance task performance by adolescents. *Braz J Med Biol Res*. 41(8): 734-8.

- Belayachi, J., Benjelloun, O., Madani, N., Abidi, K., Dendane, T., Zeggwagh, AA., Abouqal, R. (2013). Self-perceived sleepiness in emergency training physicians: prevalence and relationship with quality of life. *J Occup Med Toxicol*. 8(1):24. doi: 10.1186/1745-6673-8-24.
- Belkhouja, K., Elloumi, H., Sifaoui, K., Ben Romdhane, K., Hamzaoui, O., Aych, T. et al. (2011). Burn-out élevé chez les réanimateurs et les urgentistes : prévalence et facteurs de risques. *39ème Congrès de la Société de Réanimation de la Langue Française*. Paris.
- Bérestégui P., Antoine L. (2015). SomnoTraq (Version 1.0) [Logiciel d'application mobile]. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/188497>
- Bérestégui, P., Jaspar, M., Ghuysen A., Nyssen AS. (2019a). Fatigue-related risk perception among emergency physicians working extended shifts. *Applied Ergonomics*. Sous presse.
- Bérestégui, P., Jaspar, M., Ghuysen A., Nyssen AS. (2019b). Informal fatigue-related risk management in the emergency department: a trade-off between doing well and feeling well? Manuscrit soumis pour publication.
- Bérestégui, P., Jaspar, M., Ghuysen, A., Nyssen, AS. (2018). Fatigue-related risk management in the emergency department: a focus-group study. *Internal and Emergency Medicine*. 13(8): 1273-1281.
- Berger, E. (2013). Physician Burnout. *Annals of Emergency Medicine*. 61(3): 17-19. doi.org/10.1016/j.annemergmed.2013.01.001
- Berger, JE., Boyle RL. (1992). How to avoid the high costs of physician turnover. *Med Group Manage J*. 39: 81-91.
- Bergström, J., Henriqson, E., Dahlström, N. (2011). *From crew resource management to operational resilience*. Paper presented at the 4th Resilience Engineering Symposium, June 8-10, Sophia Antipolis, France.
- Bermudez, EB., Klerman, EB., Czeisler, CA., Cohen, DA., Wyatt, JK., Phillips, AJ. (2016). Prediction of Vigilant Attention and Cognitive Performance Using Self-Reported Alertness, Circadian Phase, Hours since Awakening, and Accumulated Sleep Loss. *PLoS ONE*. 11(3): e0151770.
- Berry, BB., Wagner, MH. (2015). *Sleep medicine pearls, 3rd edn*. Florida: Elsevier.

- Bickel, J.-F., Girardin-Keciour, M., (2004). De l'impact de la fragilité sur la vie quotidienne. Changements et continuités des activités et du bien-être dans le grand âge. *Fondation nationale de gérontologie, Gérontologie et société*. 109: 63-82.
- Bigliassi, M., Karageorghis, CI., Nowicky, CI., Wright, M.J., Orgs, G. (2018). Effects of auditory distraction on voluntary movements: exploring the underlying mechanisms associated with parallel processing. *Psychol. Res.* 82: 720-733.
- Binks, PG., Waters, W.F., Hurry, M. (1999). Short-Term Total Sleep Deprivations Does Not Selectively Impair Higher Cortical Functioning. *SLEEP*, 22(3): 328-334.
- Bjorness, T. E., Greene, R. W. Adenosine and Sleep. (2009). *Curr Neuropharmacol.* 7(3): 238-245. doi: 10.2174/157015909789152182
- Block, J.H., J. Block (1980). *The role of ego-control and ego-resiliency in the organisation of behaviour*. Dans W.A. Collins (dir.), *Development of Cognition, Affect, and Social Relations*, Minnesota Symposia on Child Psychology, vol. 13, Hillsdale, NJ, Erlbaum, p. 39-101.
- Boet, S., Granry, JC., Savoldelli, G. (2013). *La simulation en santé: de la théorie à la pratique*. Springer, Paris.
- Bonnet, M.H., Arand, D.L. (2003). Clinical effects of sleep fragmentation versus sleep deprivation. *Sleep Med Rev.* 7(4): 297-310.
- Boonstra, TW., Stins, JF., Daffertshofer, A., Beek, PJ. (2007). Effects of sleep deprivation on neural functioning: an integrative review. *Cell Mol Life Sci.* 64(7-8): 934-46.
- Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiology.* 1(3): 195-204.
- Borritz, M., Rugulies, R., Christensen, KB., Villadsen, E., Kristensen, TS. (2006). Burnout as a predictor of self-reported sickness absence among human service workers: prospective findings from three year follow up of the PUMA study. *Occup Environ Med.* 63(2): 98-106.
- Bowers, L., Nijman, H., Simpson, A., Jones, J. (2011). The relationship between leadership, teamworking, structure, burnout and attitude to patients on acute psychiatric wards. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol.* 46(2): 143-148.

- Bronfenbrenner, U. (2005). *Making Human Beings Human. Bioecological Perspectives on Human Development*, Thousand Oaks, CA, Sage Publications.
- Brotheridge, C. M., Grandey, A. A. (2002). Emotional labor and burnout: Comparing two perspectives of "people work". *Journal of Vocational Behavior*. 60(1): 17-39.
- Buchbinder S.B., Wilson M., Melick C.F., Powe N.R. (1999). Estimates of costs of primary care physician turnover. *Am J Manag Care*.5(11):1431-8.
- Burgess PW. (1997). Theory and methodology in executive function research. Dans: Rabbitt P, editor. *Methodology of frontal and executive function*. Hove, UK: Psychology Press; 81-116.
- Cabon, P. (2015). Des approches prescriptives aux systèmes de gestion du risque fatigue. Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé. *Pistes*. 17(2) Récupéré de <http://journals.openedition.org/pistes/4571>, le 01.04.19.
- Cabon, P., Estruch, X., Bourgeois-Bougrine, S., Mollard, R., Coblenz, A. (2003). Caractéristique des siestes à bord lors de vols transatlantiques en équipages à deux. Dans *Mécanismes et physiopathologie des fonctions rythmiques*. 339-345. France : Yvan Touitou (Eds).
- Cañadas-De la Fuente, GA., Vargas, C., San Luis, C., García, I., Cañadas, GR., De la Fuente, EI. (2015). Risk factors and prevalence of burnout syndrome in the nursing profession. *Int J Nurs Stud*. 52(1): 240-9. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2014.07.001.
- Carmody, IC., Romero, J., Velmahos, GC. (2002). Day for night: should we staff a trauma center like a nightclub? *Am Surg*. 68(12): 1048-51.
- Caruso, CC. (2014). Negative impacts of shiftwork and long work hours. *Rehabil Nurs*. 39(1):16-25.
- Caruso, CC., Histchcock, EM., Dick, RB., Russo, JM., Schmit, JM. (2004). *Overtime and Extended Work Shifts: Recent Findings on Illnesses, Injuries, and Health Behaviors*. Récupéré de <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2004-143/pdfs/2004-143.pdf>, le 07.12.17
- Cavallo, A., Ris, M.D., Succop, P. (2003). The night float paradigm to decrease sleep deprivation: Good solution or a new problem? *Ergonomics*. 46(7): 653-663.

- Centers for Disease Control and Prevention. *Chronic fatigue syndrome*. Récupéré de <https://www.cdc.gov/me-cfs/treatment/index.html>, le 21.12.17.
- Cha, W.C., Shin, S.D., Song, K.J., Jung, S.K., Suh, G.J. (2009). Effect of an independent-capacity protocol on overcrowding in an urban emergency department. *Academic Emergency Medicine*. 16(12): 1277-1283.
- Chabot, P. *Global burn-out*, Paris, PUF, coll. « Perspectives critiques », 2013, 145 p., ISBN : 978-2-13-060845-5.
- Chase, V.J., Cohn, A.E., Peterson, T.A., Lavieri, M.S. (2012). Predicting emergency department volume using forecasting methods to create a "surge response" for noncrisis events. *Acad Emerg Med*. 19(5): 569-576. doi:10.1111/j.1553-2712.2012.01359.x.
- Chédotel, F. (2005). L'improvisation organisationnelle: Concilier formalisation et flexibilité d'un projet. *Revue française de gestion*. 154(1), 123-140. doi:10.3166/rfg.154.123-140.
- Chellappa, S.L., Morris, C.J., Scheer, F.A.J.L. (2019). Effects of circadian misalignment on cognition in chronic shift workers. *Sci Rep*. 9(1): 699. doi: 10.1038/s41598-018-36762-w.
- Chu, MWA., Stitt, LW., Fox, SA., Kiaii, B., Quantz, M., Guo, L., et al. (2011). Prospective evaluation of consultant surgeon sleep deprivation and outcomes in more than 4000 consecutive cardiac surgical procedures. *Arch Surg*, 146: 1080–5.
- Chun-Sung, C., Yu-Cheng, L. (2012). Enhancing Knowledge Management for Engineers Using Mind Mapping in Construction. *New Research on Knowledge Management Technology*. Récupéré de <https://www.intechopen.com/books/new-research-on-knowledge-management-technology/enhancing-knowledge-management-for-engineers-using-mind-mapping-in-construction>, le 01.04.19
- Cifrek, M., Medved, V., Tonković, S., & Ostojić, S. (2009). Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics*. 24(4): 327-340.
- Cliniques universitaires Saint-Luc (2011). « Six visites aux urgences sur dix sont inappropriées » : Les urgentistes réagissent à l'étude des Mutualités socialistes. [online] Récupéré de <https://www.youscribe.com/BookReader/Index/536465/?documentId=507588>, le 17.03.19.

- Cocker, F., Joss, N. (2016). Compassion fatigue among health-care, emergency and community service workers: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 13(6): 618.
- Coetzee, SK., Klopper, HC. (2010). Compassion fatigue within nursing practice: a concept analysis. *Nurs Health Sci*. 12(2): 235–243.
- Cohen, DA., Wang, W., Wyatt, JK., et al. (2010). Uncovering residual effects of chronic sleep loss on human performance. *Sci Transl Med*. 2(14): 14ra3.
- Corlett, E.N., Queindec, Y., Paoli, P. (1988) *Adapting Shiftwork Arrangements*. Dublin : European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.
- Corlett, E.N., Queindec, Y., Paoli, P. (eds). (1998). *Aménager le travail posté. Pourquoi ? Pour qui ? Comment ?* Dublin: Fondation Européenne pour l'Amélioration des Conditions de Vie et de Travail.
- Couyoumdjian, A., Sdoia, S., Tempesta, D., Curcio, G., Rastellini, E., Gennaro, L., Ferrara M. (2010). The effects of sleep and sleep deprivation on task-switching performance. *J Sleep Res*. 19(1 Pt 1): 64–70. doi: 10.1111/j.1365-2869.2009.00774.x.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Prog Brain Res*. 169: 323–38. doi: 10.1016/S0079-6123(07)00020-9.
- Cuvelier, L., Falzon, P. (2008). Methodological issues in the quest of resilience factors. Dans: E. Hollnagel, F. Pieri, E. Rigaud (Eds), *3rd International Symposium on Resilience engineering*. 28-30 Octobre 2008, France.
- Cuvelier, L. (2011). *De la gestion des risques à la gestion des ressources de l'activité : étude de la résilience en anesthésie pédiatrique*. Psychologie. Conservatoire national des arts et métiers - CNAM, Français.
- Cyrułnik, B. (1999). *Un merveilleux malheur*, Paris : Éditions Odile Jacob.
- Czeisler, CA. (2009). Medical and genetic differences in the adverse impact of sleep loss on performance: ethical considerations for the medical profession. *Trans Am Clin Climatol Assoc*. 120: 249–285.
- Czeisler, CA. (2015). Duration, timing and quality of sleep are each vital for health, performance and safety. *Journal of the National Sleep Foundation*, 1(1): 5–8.

- Czeisler, CA., Pellegrini, CA., Sade, RM. (2013). Should sleep-deprived surgeons be prohibited from operating without patients' consent? *Ann Thorac Surg.* 95(2):757-66. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.11.052.
- Dagot, L., Perié, O. (2014). Le burnout et la dissonance émotionnelle dans l'activité de care en centre d'appel. *Le travail humain.* 77: 155-175. DOI : 10.3917/th.772.0155
- Daigler, GE., Welliver, RC., Stapleton, FB. (1990). New York regulation of residents' working conditions. 1 year's experience. *Am J Dis Child.* 144: 799-802.
- Dams-O'Connor, K., Gordon, W.A. (2013). Integrating Interventions after Traumatic Brain Injury: A Synergistic Approach to Neurorehabilitation. *Brain Impairment,* 14(1): 51-62. doi: 10.1017/BrImp.2013.
- Daniellou, F. (1996). Questions épistémologiques soulevées par l'ergonomie de conception. In F. Daniellou (Ed.), L'ergonomie en quête de ses principes, *Débats épistémologiques* (pp. 183-200). Toulouse : Octarès.
- Daniellou, F., Boissières, I. Simard, M. (2010). Les facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle: un état de l'art. *Les cahiers de la sécurité industrielle.* 125.
- Danziger, S., Levav, J., Avnaim-Pesso, L. (2001). Extraneous factors in judicial decisions. *Proc Natl Acad Sci.* 108(17): 6889-6892.
- Datta, R., Upadhyay, K., Jaideep, C. (2012). Simulation and its role in medical education. *Med J Armed Forces India.* 68(2): 167-72. doi: 10.1016/S0377-1237(12)60040-9.
- Dawson, D., Chapman, J., Thomas, MJ. (2012). Fatigue-proofing: a new approach to reducing fatigue-related risk using the principles of error management. *Sleep Med Rev.* 16(2): 167-75.
- Dawson, D., McCulloch, K. (2005). Managing fatigue: it's about sleep. *Sleep Med Rev.* 9(5): 365e80.
- de Virgilio, C., Yaghoubian, A., Lewis, RJ., Stabile, BE., Putnam, BA. (2006). The 80-hour resident workweek does not adversely affect patient outcomes or resident education. *Curr Surg.* 63(6): 435-439.
- DeGangi, G., Porges, S. (1990). *Neuroscience foundations of human performance.* Rockville: American Occupational Therapy Association.

- Récupéré de <http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/3/sustaine.htm> on 7/20/2005, le 01.04.19.
- del Angel, J., Cortez, J., Juárez, D., Guerrero, M., García, A., Ramírez, C., Valdez, P. (2015). Effects of sleep reduction on the phonological and visuospatial components of working memory. *Sleep Science*. 8(2): 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.slsci.2015.06.001>
- Delannoy, J. (2016). *Émotions et sommeil : effets d'une induction émotionnelle diurne sur le sommeil et la réactivité émotionnelle au réveil*. Médecine humaine et pathologie. Université du Droit et de la Santé - Lille II, Français.
- Dement, W. C. (1998). The study of human sleep: a historical perspective. *Thorax*. 53(3): S2-7.
- Demerouti, E., Bakker, A.B., Jonge, J., Janssen, P.P.M., Schaufeli, W.B. (2001). Burnout and engagement at work as a function of demands and control. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 27(4): 279-286.
- Demmy T. L., Kivlahan C., Stone T. T., Teague L., Sapienza P. (2002). Physicians' perceptions of institutional and leadership factors influencing their job satisfaction at one academic medical center. *Acad. Med.* 77(12 Pt 1): 1235-1240.
- Denisco, R.A., Drummond, J.N. & Gravenstein, J.S. (1987). The effect of fatigue on the performance of a simulated anesthetic monitoring task. *J Clin Monitor Comput*, 3: 22. <https://doi.org/10.1007/BF00770879>
- Dennis, AA., Cleland, JA., Johnston, P. et al. (2014). Exploring stakeholders' views of medical education research priorities: a national survey. *Med Educ*. 48: 1078-91. 10.1111/medu.1
- Derksen, F., Bensing, J., Lagro-Janssen, A. (2013). Effectiveness of empathy in general practice: a systematic review. *Br J Gen Pract*. 63(606): e76-84. doi: 10.3399/bjgp13X660814.
- Derlet, R.W., Richards, J.R., Kravitz, R.L. (2001). Frequent overcrowding in U.S. emergency departments. *Academic Emergency Medicine*. 8(2): 151-155.
- Desai, S.V., Feldman, L., Brown, L., Dezube, R., Yeh, H.C., Punjabi, N., Afshar, K., Grunwald, M.R., Harrington, C., Naik, R., Cofrancesco, J. (2013). Effect of the 2011 vs 2003 duty hour regulation-compliant models on sleep duration, trainee education, and continuity of patient

- care among internal medicine house staff: a randomized trial. *JAMA Intern Med.* 173(8): 649-655.
- Deschaintre, S. (2017). *Le travail dans la performance organisationnelle : proposition d'une démarche pour étudier la performance du travail.* Gestion et management. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, Français.
- Desseilles, M., Mikolajczak, G., Schartz, S. (2012). Sommeil, rêves et régulation des émotions. Dans: Mikolajczak, M., Desseilles, M. (Eds.), *Traité de la régulation des émotions* (pp. 87-100). Bruxelles : De Boeck.
- Dewa, C.S., Jacobs, P., Thanh, N.X., and Loong, D. (2004). An estimate of the cost of burnout on early retirement and reduction in clinical hours of practicing physicians in canada. *BMC Health Serv Res.* 14: 254.
- Di Somma, S., Paladino, L., Vaughan, L., Lalle, I., Magrini, L., Magnanti, M. (2015). Overcrowding in emergency department: an international issue. *Intern Emerg Med.* 10(2): 171-5. doi: 10.1007/s11739-014-1154-8.
- Diekelmann, S., Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nat Rev Neurosci.* 11(2): 114-26. doi: 10.1038/nrn2762.
- Dien, Y. (1998). Safety and application of procedures, or how do « they » have to use operating procedures in nuclear power plants? *Safety Science*, 29(3), 179-187.
- Dillon, C.B., Fitzgerald, A.P., Kearney, P.M., Perry, I.J., Rennie, K.L., Kozarski, R., Phillips, C.M. (2016). Number of Days Required to Estimate Habitual Activity Using Wrist-Worn GENEActiv Accelerometer: A Cross-Sectional Study. *PLoS One.* 11(5): e0109913. doi: 10.1371/journal.pone.0109913.
- Dinges, D. F., Pack, F., Williams, K., Gillen, K. A., Powell, J. W., Ott, G. E., ... Pack, A. I. (1997). Cumulative sleepiness, mood disturbance and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night. *Journal of Sleep Research & Sleep Medicine.* 20(4): 267-277.
- Dinges, DF., Orne, MT., Whitehouse, WG., Orne, EC. (1987). Temporal placement of a nap for alertness: Contributions of circadian phase and prior wakefulness. *Sleep.* 10(4): 313-329.
- Directive européenne 1993/104/CE du 23 novembre 1993 concernant certains aspects de l'aménagement du temps de travail. Récupéré de <https://eur->

- lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1993L0104:20000801:fr:PDF, le 18.3.19.
- Directive européenne 2003/88/CE du 4 novembre 2003 concernant certains aspects de l'aménagement du temps de travail. Récupéré de <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:299:0009:0019:fr:PDF>, le 18.3.19.
- Doghramji, K., Tanielian, M., Certa, K., Zhan, T. (2018). Severity, Prevalence, Predictors, and Rate of Identification of Insomnia Symptoms in a Sample of Hospitalized Psychiatric Patients. *J Nerv Ment Dis.* 206(10):765-769. doi: 10.1097/NMD.0000000000000888.
- Dorrian, J., Lamond, N., Holmes, AL., et al. (2003). The ability to self-monitor performance during a week of simulated night shifts. *Sleep.* 26(7): 871-7.
- Doulougeri, K., Georganta, K., Montgomery, A. (2016). "Diagnosing" burnout among healthcare professionals: Can we find consensus? *Cogent Medicine.* 3(1).
- Dreifuerst, KT. (2009). The essentials of debriefing in simulation learning: a concept analysis. *Nurs Educ Perspect.* 30(2): 109-14.
- Driskell, JE., Mullen, B. (2005). The efficacy of naps as a fatigue countermeasure: a meta-analytic integration. *Hum Factors.* 2: 360-377.
- Drolet, B., Sangisetty, S., Tracy, T., et al. (2013). Surgical residents' perceptions of 2011 Accreditation Council for Graduate Medical Education duty hour regulations. *JAMA Surg.* 148: 427-433.
- Dru, M., Bruge, P., Benoit, O., Mason, NP., Combes, X., Margenet, A., Dhonneur, G., Marty, J. (2007). Overnight duty impairs behaviour, awake activity and sleep in medical doctors. *Eur J Emerg Med.* 14(4): 199-203. DOI: 10.1097/MEJ.0b013e3280bef7b0
- Drummond, S.P.A., Meloy, M.J., Yanagi, M.A., Orff, H.J., Brown, G.G. (2005). Compensatory recruitment after sleep deprivation and the relationship with performance. *Psychiatry Res.* 140: 211-23.
- Duntley, P. (2005). Fatigue and Sleep. Dans J. DeLuca (ed.) *Fatigue as a Window to the Brain.* London: MIT Press.
- Durmer, JS., Dinges, DF. (2005). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Semin Neurol.* 25(1): 117-29.

- Eddy, R. (2005). Sleep deprivation among physicians. *BC Medical Journal*. 47(4): 176-180. Récupéré de https://www.bcmj.org/sites/default/files/public/BCMj%20_47_Vol_4_Sleep_Deprivation.pdf, le 01.04.19.
- Edgerley, S., McKaigney, C., Boyne, D., Ginsberg, D., Dagnone, JD., Hall, AK. (2018). Impact of night shifts on emergency medicine resident resuscitation performance. *Resuscitation*. 127: 26-30. doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.03.019.
- Egeland, B., Carlson, E., Sroufe, A. (1993). Resilience as process. *Development and Psychopathology*. 5: 517-528.
- Ellman, P. I., I. L. Kron, J. S. Alvis, C. Tache-Leon, T. S. Maxey, T. B. Reece, B. B. Peeler, J. A. Kern, C. G. Tribble. (2005). Acute sleep deprivation in the thoracic surgical resident does not affect operative outcomes. *Annals of Thoracic Surgery*. 80(1): 60-65.
- Estryn-Béhar, M. (2011). Ergonomie hospitalière - théorie et pratiques (Edition augmentée). Paris: Octares édition. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/275712342_Ergonomie_hospitaliere_Theorie_et_pratique_Estryn-Behar_M_2011_Reedition_augmentee_OCTARES_ed_Toulouse_69_5_pages/references, le 01.04.19.
- Fairclough, SH., Graham, R. (1999). Impairment of driving performance caused by sleep deprivation or alcohol: a comparative study. *Hum Factors*. 41(1): 118-28.
- Fairholme, CP., Manber, R. (2014). Safety behaviors and sleep effort predict sleep disturbance and fatigue in an outpatient sample with anxiety and depressive disorders. *J Psychosom Res*. 76(3): 233-6. doi: 10.1016/j.jpsychores.2014.01.001.
- Falzon, P. (2011). Rule-based safety vs adaptive safety: An articulation issue. *3rd International Conference on Health care systems, Ergonomics and patient safety (HEPS)*. Juin 22-24, Oviedo, Espagne.
- Fan, J., Smith, AP. (2018). A Preliminary Review of Fatigue Among Rail Staff. *Front Psychol*. 7(9): 634. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00634.
- Faverge, J.-M. (1967). *Psychosociologie des accidents de travail*. Paris : PUF.
- Favier-Arnaudier, G., Charles, R., Vallée, J. (2009). Étude qualitative de l'apport des groupes d'analyse de pratique des internes dédiés à l'erreur. *Exercer*. 88 : 111-116.

- Ferguson, B.A., Shoff, H.W., McGowan, J.E., Huecker, M.R. (2018). Remember the Drive Home? An Assessment of Emergency Providers' Sleep Deficit. *Emergency Medicine International*, <https://doi.org/10.1155/2018/4501679>.
- Ferguson, SA., Neall, A., Dorrian, J. (2013). Strategies used by healthcare practitioners to manage fatigue-related risk: beyond work hours. *Med Sociol.* 7: 24–33.
- Ferri, P., Guadi, M., Marcheselli, L., Balduzzi, S., Magnani, D., Di Lorenzo, R. (2016). The impact of shift work on the psychological and physical health of nurses in a general hospital: a comparison between rotating night shifts and day shifts. *Risk Manag Healthc Policy.* 14(9): 203-211.
- Figueiredo-Ferraz, H., Grau-Alberola, E., Gil-Monte, PR., García-Jueas, JA. (2012). Burnout and job satisfaction among nursing professionals. *Psicothema.* 24(2): 271-6.
- Fletcher, K. E., Davis, S. Q., Underwood, W. III, Mangulkar, R. S., McMahon, L. F., Saint, S. (2004). Systematic review: effects of resident work hours on patient safety. *Ann. Intern. Med.* 141: 851–857.
- Fletcher, K. E., Underwood, W. III, Davis, S. Q., Mangrulkar, R. S., McMahon, L. F. Jr, and Saint, S. (2005). Effects of work hour reduction on residents' lives: a systematic review. *JAMA.* 294: 1088–1100.
- Flin, R., Patey, R., Glavin, R., Maran, N. Anaesthetists' non-technical skills. (2010). *Br J Anaesth.* 105(1): 38-44. doi: 10.1093/bja/aeq134.
- Folkard, S. (2008). Do permanent night workers show circadian adjustment? A review based on the endogenous melatonin rhythm. *Chronobiol Int.* 25(2): 215–224.
- Folkard, S., Lombardi, DA. (2006). Modeling the impact of the components of long work hours on injuries and "accidents". *Am J Ind Med.* 49(11): 953-63.
- Fordyce, J., Blank, FS., Pekow, P., Smithline, HA., Ritter, G., Gehlbach, S., Benjamin, E., Henneman, PL. (2003). Errors in a busy emergency department. *Ann Emerg Med.* 42(3): 324-33.
- Franzen, PL., Siegle, GJ., Buysse, DJ. (2008). Relationships between affect, vigilance, and sleepiness following sleep deprivation. *J Sleep Res.* 17(1): 34-41.

- Freudenberger, H. J. (1975). The staff burn-out syndrome in alternative institutions. *Psychotherapy: Theory, Research & Practice*. 12(1): 73-82.
- Frey, DJ., Badia, P., Wright, KP. (2004). Inter- and intra-individual variability in performance near the circadian nadir during sleep deprivation. *J Sleep Res*. 13(4): 305-15.
- Friedman, L., Brooks, JO., Bliwise, DL., Yesavage, JA, Wicks, DS. (1999). Perceptions of life stress and chronic insomnia in older adults. *Psychol Aging*. 10: 352-357.
- Friesen, L. D., Vidyarthi, R. B., Baron, P. P., Katz. (2008). Factors Associated with Intern Fatigue. *Journal of General Internal Medicine*. 23(12): 1981-86.
- Gander, P., Millar M, Webster C, Merry A. (2008). Sleep loss and performance of anaesthesia trainees and specialists. *Chronobiol Int*. 6: 1077-1091. doi: 10.1080/07420520802551428.
- Gander, PH., Merry, A., Millar, MM., Weller, J. (2000). Hours of work and fatigue-related error: a survey of New Zealand anaesthetists. *Anaesth Intensive Care*. 28(2): 178-83.
- Gander, PH., Signal, TL., van den Berg, MJ., Mulrine, HM., Jay, SM., Jim Mangie, C. (2013). In-flight sleep, pilot fatigue and Psychomotor Vigilance Task performance on ultra-long range versus long range flights. *J Sleep Res*. 22(6): 697-706. doi: 10.1111/jsr.12071.
- Garmezzy, N. (1993). Children in poverty: Resilience despite risk. *Journal of Psychiatry*. 56(1): 127-137.
- Gates, M., Wingert, A., Featherstone, R., Samuels, C., Simon, C., Dyson, MP. (2018). Impact of fatigue and insufficient sleep on physician and patient outcomes: a systematic review. *BMJ Open*. 21: e021967. doi: 10.1136/bmjopen-2018-021967.
- Gentile, S., Amadeï, E., Bouvenot, J., Durand, A., Bongiovanni, I., Haro, J., Giraud, C. & Sambuc, R. (2004). Attitudes et comportement des usagers face à une urgence réelle ou ressentie. *Santé Publique*. 16(1) : 63-74. doi:10.3917/spub.041.0063.
- Girschik, J., Fritschi, L., Heyworth, J., Waters, F. (2012). Validation of self-reported sleep against actigraphy. *J. Epidemiol*. 22: 462-468.
- Goodwin, RD., Marusic, A. (2008). Association between short sleep and suicidal ideation and suicide attempt among adults in the general population. *Sleep*. 31(8): 1097-101.

- Gorgoni, M., Ferlazzo, F., Ferrara, M., et al. (2014). Topographic electroencephalogram changes associated with psychomotor vigilance task performance after sleep deprivation. *Sleep Med.* 15(9): 1132-9.
- Govindarajan, A., Urbach, DR., Kumar, M., et al. (2015). Outcomes of daytime procedures performed by attending surgeons after night work. *N Engl J Med.* 373: 845-853.
- Grantcharov, T.P., Bardram, L., Peter, F.J., Rosenberg, J. (2001). Laparoscopic performance after one night on call in a surgical department: prospective study. *British Medical Journal.* 323(7323): 1222-1223.
- Graw, P., Kräuchi, K., Knoblauch, V., Wirz-Justice, A., Cajochen, C. (2004). Circadian and wake-dependent modulation of fastest and slowest reaction times during the psychomotor vigilance task. *Physiol Behav.* 80(5): 695-701.
- Groeger, JA., Viola, AU., Lo, JC., von Schantz, M., Archer, SN., Dijk, DJ. (2008). Early morning executive functioning during sleep deprivation is compromised by a PERIOD3 polymorphism. *Sleep.* 31(8): 1159-67.
- Gros Lambert, A., Candau, R.B., Millet, G.P. (2008). Effect of Sleep Deprivation on Anxiety and Perceived Fatigue During a One-Man Atlantic Ocean Crossing on a Sport Catamaran. *Environment and Behavior.* 40(1): 96-110.
- Guadagni, V., Burles, F., Ferrara, M., Iaria, G. (2014). The effects of sleep deprivation on emotional empathy. *J Sleep Res.* 23(6): 657-663. doi: 10.1111/jsr.12192.
- Halberg, F. (1963). Circadian (about Twenty-four-hour) Rhythms in Experimental Medicine [Abridged]. *Proc R Soc Med.* 56(4): 253-257.
- Hall, W., Violato, C., Lewkonja, R., Lockyer, J., Fidler, H., Toews, J., Jennett, P., Donoff, M., Moores, D. (1999). Assessment of physician performance in Alberta: the physician achievement review. *CMAJ.* 161(1): 52-57.
- Handel, DA., Raja, A., Lindsell, CJ. (2006). The use of sleep aids among Emergency Medicine residents: a web based survey. *BMC Health Services Research.* 6: 136.
- Harrell, FE., Lee, KL., Mark, DB. Multivariable prognostic models: issues in developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors. *Stat Med.* 15(4): 361-87.

- Harrington, JM. (2001). Health effects of shift work and extended hours of work. *Occup Environ Med.* 58(1): 68-72.
- Harrison, Y., Horne, JA. (2000a). The impact of sleep deprivation on decision making: A review. *Journal of Experimental Psychology: Applied.* 6: 236-249.
- Harrison, Y., Horne, JA. (2000b). Sleep loss and temporal memory. *Q J Exp Psychol A.* 53: 271-279.
- Hayashi, M., Masuda, A., Hori, T. (2003). The alerting effects of caffeine, bright light and face washing after a short daytime nap. *Clin Neurophysiol.* 114(12): 2268-2278.
- Haynes R.B., Hayward R.S., Lomas J. (1995) Bridges between health care research evidence and clinical practice. *Journal of the American Medical Informatics Association.* 2: 342-350.
- Helmreich, R., Musson, D., Sexton, J. (2004). Human factors and safety in surgery. In: Nora PF, Manuel B (eds) *Surgical patient safety essential information for surgeons in today's environment.* American College of Surgeons, Chicago.
- Helmreich, R.L. (2000). On error management: lessons from aviation. *Br. Med. J.* 320: 781-785.
- Heponiemi, T., Kouvonon, A., Virtanen, M., Vänskä, J., Elovainio, M. (2014). The prospective effects of workplace violence on physicians' job satisfaction and turnover intentions: the buffering effect of job control. *BMC Health Serv Res.* 14(19): 1-8.
- Hilditch, CJ., Dorrian, J., Banks, S. (2016). Time to wake up: reactive countermeasures to sleep inertia. *Ind Health.* 54(6): 528-541.
- Hilditch, CJ., Stephanie, A., Dorrian, J., Banks, S. (2016). A 30-minute, but not a 10-minute nighttime nap is associated with sleep inertia. *Sleep.* 39(3): 675-685.
- Hockey, GRJ. (1997). Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload: A cognitive-energetical framework. *Biological Psychology.* 45: 73-93.
- Hodgkinson, B., Koch, S., Nay, R., Nichols, K. (2006). Strategies to reduce medication errors with reference to older adults. *Int J Evid Based Healthc.* 4(1): 2-41.
- Hollnagel, E. (2017). Resilience engineering and the future of safety management. Dans: N. Möller, S.-O. Hansson, J.-E. Holmberg, & C.

- Rollenhagen (Eds.), *Handbook of safety principles* (pp. 25–41). Hoboken, NJ: Wiley.
- Hollnagel, E., Woods, D. D., Leveson, N. C. (Eds.) (2006). *Resilience engineering: Concepts and precepts*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Honn, K.A., Hinson, J.M., Whitney, P., Van Dongen, H.P.A. (2018). Cognitive flexibility: A distinct element of performance impairment due to sleep deprivation. *Accident Analysis & Prevention*, in press. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.02.013>
- Horne, JA. (1993). Human sleep, sleep loss and behaviour. Implications for the prefrontal cortex and psychiatric disorder. *Br J Psychiatry*. 162: 413-9.
- Horne, JA., Burley, CV. (2010). We know when we are sleepy: subjective versus objective measurements of moderate sleepiness in healthy adults. *Biol Psychol*. 83(3): 266-8.
- Howard, F. M. (2003). Chronic pelvic pain. *Obstet Gynecol*, 101: 594-611.
- Howard, SK. (2005). Sleep deprivation and physician performance: Why should I care? *BUMC Proceedings 2005*; 18: 108–112.
- Howard, SK., Gaba, DM., Rosekind, MR., Zarcone, VP. (2002). The risks and implications of excessive daytime sleepiness in resident physicians. *Acad Med*. 77(10): 1019-25.
- Hu, P., Stylos-Allan, M., Walker, MP. (2006). Sleep facilitates consolidation of emotional declarative memory. *Psychol Sci*. 17(10): 891-8.
- Huang E., Liu S., Fang C., Chou H., Wang C., Yen Z. & Chen S. (2013) The impact of adding clinical assistants on patient waiting time in a crowded emergency department. *Emergency Medicine Journal*. 30: 1017–1019.
- Hubault, F. (1996). De quoi l'ergonomie peut-elle faire l'analyse ? In F. Daniellou (Ed.), *L'ergonomie en quête de ses principes, Débats épistémologiques* (pp. 183-200). Toulouse : Octarès.
- Hugli, O., Potin, M, Schreyer, N, Yersin, B. (2006). Engorgement des centres d'urgences : une raison légitime de refuser l'accès aux patients non urgents ? *Rev Med Suisse*, volume 2, 31553. Récupéré de <https://www.revmed.ch/RMS/2006/RMS-75/31553>, le 01.04.19.
- Hunnicutt, M.K. (2015). Physician shortage and the future of medicine. *Surgical Neurology International*. 5: 181-181.

- Hurdiel, R. (2011). *L'agenda de sommeil interactif comme outil individuel de management de la fatigue : Du sport de haut niveau à la santé publique*. Education. Université du Littoral Côte d'Opale, Français.
- INRS. (2015). *Le syndrome d'épuisement professionnel ou burnout : mieux comprendre pour mieux agir*. ISBN:978-2-11-129981-8.
- Institute of Medicine of the National Academies. (2008). *Future of emergency care series: hospital-based emergency care at the breaking point*. Washington, DC: National Academy Press.
- Jackson, ML., Bruck, D. (2012). Sleep abnormalities in chronic fatigue syndrome/myalgic encephalomyelitis: a review. *J Clin Sleep Med*. 8(6): 719-28.
- Jeanmonod, R., Brook, C., Winther, M., Pathak, S., Boyd, M. (2009). Resident productivity as a function of emergency department volume, shift time of day, and cumulative time in the emergency department. *Am J Emerg Med*. 27(3): 313-319.
- Jeung, DY., Kim, C., Chang, SJ. (2018). Emotional Labor and Burnout: A Review of the Literature. *Yonsei Med J*. 59(2): 187-193. doi: 10.3349/ymj.2018.59.2.187.
- Jiang F., Vandyke R.D., Zhang J., Li F., Gozal D., Shen X. (2011). Effect of chronic sleep restriction on sleepiness and working memory in adolescents and young adults. *J Clin Exp Neuropsychol*. 33(8): 892-900.
- Jobé, J., Ghuyssen, A., D'Orio, V. (2018). Advanced nurse triage for emergency department. *Rev Med Liege*. 73(5-6): 229-236.
- Johnson, JV., Lipscomb, J. (2006). Long working hours, occupational health and the changing nature of work organization. *Am J Ind Med*. 49(11): 921-9.
- Johnston, WA., Dark, V.J. (1986). Selective Attention. *Annual Review of Psychology*. 37(1): 43-75.
- Jones, C. B., Dorrian, J., Jay, S. M., Lamond, N., Ferguson, S. and Dawson, D. (2006). Self-awareness of impairment and the decision to drive after an extended period of wakefulness. *Chronobiol. Int*. 23(2): 1253-1263.
- Jones, K., Harrison, Y. (2001). Frontal lobe function, sleep loss and fragmented sleep. *Sleep Med Rev*. 5(6): 463-475.
- Jourdan-Ionescu, C. (2001). Intervention écosystémique individualisée axée sur la résilience. *Revue québécoise de psychologie*. 22(1): 163-186.

- Judd, C.M., Westfall, J., Kenny, D.A. (2012). Treating stimuli as a random factor in social psychology: a new and comprehensive solution to a pervasive but largely ignored problem. *J Pers Soc Psychol.* 103(1): 54-69. doi: 10.1037/a0028347.
- Kahn, M., Sheppes, G., Sadeh, A. (2013). Sleep and emotions: bidirectional links and underlying mechanisms. *Int. J. Psychophysiol.* 89: 218-228.
- Kahn-Greene, ET., Killgore, DB., Kamimori, GH., Balkin, TJ., Killgore, WD. (2007). The effects of sleep deprivation on symptoms of psychopathology in healthy adults. *Sleep Med.* 8(3): 215-21.
- Kaida, K., Takahashi, M., Åkerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T., & Fukasawa, K. (2006). Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clinical Neurophysiology.* 117(7): 1574-1581. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.03.011>
- Kane, DO., Vanderlinden, JP. (2015) L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière. *VertigO : La Revue Électronique en Sciences de l'Environnement.*
- Karageorghis, C. I., Bigliassi, M., Tayara, K., Priest, D.-L., & Bird, J. M. (2018). A grounded theory of music use in the psychological preparation of academy soccer players. *Sport, Exercise, and Performance Psychology.* 7(2): 109-127.
- Kay, M., Mitchell, G., Clavarino, A., Doust, J. (2008). Doctors as patients: a systematic review of doctors' health access and the barriers they experience. *Br J Gen Pract.* 58(552): 501-508.
- Kay, M., Rector, K., Consolvo, S., Greenstein, B., Wobbrock, J., Watson, N., Kientz, J. (2013). PVT-touch: Adapting a reaction time test for touchscreen devices. *Pervasive Computing Technologies for Healthcare.* IEEE, 248-251.
- Kecklund, G., Axelsson, J. (2016). Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ.* 355: i5210. doi: 10.1136/bmj.i5210.
- Khan, A., Rathore, AW. (2016). Medical errors; causes, consequences, emotional response and resulting behavioral change. *Pak J Med Sci.* 32(3): 523-528.
- Khazaie, H., Tahmasian, M., Ghadami, M.R., Safaei, H., Ekhtiari, H., Samadzadeh, S., Schwebel, D.C., Russo, M.B. (2010). The effects of chronic partial sleep deprivation on cognitive functions of medical residents. *Iran J Psychiatry.* 5(2): 74-77.

- Killgore, W.D., Kahn-Greene, E.T., Lipizzi, E.L., Newman, R.A., Kamimori, G.H., Balkin, T.J. (2008). Sleep deprivation reduces perceived emotional intelligence and constructive thinking skills. *Sleep Med.* 9(5): 517-526.
- Killgore, WD. (2010). Effects of sleep deprivation on cognition. *Prog Brain Res.* 185: 105-29. doi: 10.1016/B978-0-444-53702-7.00007-5.
- Killgore, WD., Balkin, T.J., Wesensten, N.J. (2006). Impaired decision making following 49 h of sleep deprivation. *J Sleep Res.* 15(1): 7-13.
- Killgore, WD., Kahn-Greene, ET., Lipizzi, EL., Newman, RA., Kamimori, GH., Balkin, T.J. (2008). Sleep deprivation reduces perceived emotional intelligence and constructive thinking skills. *Sleep Med.* 9(5): 517-26.
- Killgore, WD., Killgore, DB., Day, LM., Li, C., Kamimori, GH., Balkin, T.J. (2007). The effects of 53 hours of sleep deprivation on moral judgment. *Sleep.* 30(3): 345-52.
- Kim, H., Ji, J., Kao, D. (2011). Burnout and physical health among social workers: A three-year longitudinal study. *Soc Work.* 56(3): 258-68.
- Kitaoka-Higashiguchi, K., Morikawa, Y., Miura, K., Sakurai, M., Ishizaki, M., Kido, T., Naruse, Y., Nakagawa, H. (2009). Burnout and risk factors for arteriosclerotic disease: follow-up study. *J Occup Health.* 51(2): 123-31.
- Kodz, J., Davis, S., Lain, D., Strebler, M., Rick, J., Bates, P., Cummings, J., Meager, N., Anxo, D., Ginestre, S. (2003). *Working long hours: A review of the evidence. Volume 1 – main report*, London: Department for Trade and Industry.
- Koslowsky, M., Babkoff, H. (1992). Meta-analysis of the relationship between total sleep deprivation and performance. *Chronobiol Int.* 9(2): 132-6.
- Kramer, M. (2010). Sleep loss in resident physicians: the cause of medical errors? *Front Neurol.* 1: 128.
- Kripke, DF., Garfinkel, L., Wingard, DL., Klauber, MR., Marler MR. (2002). Mortality associated with sleep duration and insomnia. *Arch Gen Psychiatry.* 59(2):131-6.
- Krishnan, DG., Keloth, AV., Ubedulla, S. (2017). Pros and cons of simulation in medical education: A review. *International Journal of Medical and Health Research.* 3(6): 84-87.

- Ksouri, H., Balanant, P.Y., Tadié, J.M., Heraud, G., Abboud, I., Lerolle, N., Novara, A., Fagon, J.Y., Faisy, C. (2010). Impact of morbidity and mortality conferences on analysis of mortality and critical events in intensive care practice. *Am J Crit Care*. 19(2): 135-45. doi: 10.4037/ajcc2010590.
- Kuhn, G. (2001). Circadian rhythm, shift work, and emergency medicine. *Annals of Emergency Medicine*. 37: 88-98.
- Kuriyama, K., Uchiyama, M., Suzuki, H., Tagaya, H., Ozaki, A., Aritake, S., Shibui, K., Xin, T., Lan, L., Kamei, Y., Takahashi, K. (2005). Diurnal fluctuation of time perception under 30-h sustained wakefulness. *Neurosci Res*. 53(2): 123-8.
- Kutob, R. M., Senf, J. H., Campos-Outcalt, D. (2003). Declining interest in family medicine: perspectives of department heads and faculty. *Family Medicine*, 35(7): 504-509.
- Lamond, N., Dawson, D., Roach, G. D. (2005). Fatigue assessment in the field: Validation of a hand-held electronic psychomotor vigilance task. *Aviation, Space, & Environmental Medicine*. 76: 486-489.
- Landrigan, C.P., Rothschild, J.M., Cronin, J.W., et al. (2004). Effect of reducing interns' work hours on serious medical errors among interns in intensive care units. *N Engl J Med*. 351: 1838-48
- Lazarus, R., Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal and coping*. New York : Springer.
- Le Barillier, L. (2015). *Rôle du sommeil paradoxal dans des formes de mémoire dépendantes de l'hippocampe : une étude chez la souris de la neuromodulation par l'Hormone de Mélanin-Concentration et des réseaux corticaux*. Neurosciences [q-bio.NC]. Université Claude Bernard - Lyon I. Français.
- Lee, I.S., Bardwell, W.A., Ancoli-Israel, S., Dimsdale, J.E. (2010). Number of lapses during the psychomotor vigilance task as an objective measure of fatigue. *J Clin Sleep Med*. 6(2): 163-168.
- Lee, R.T., Ashforth, B. (1993). A further examination of managerial burnout: Toward an integrated model. *Journal of Organizational Behavior*. 14(1): 3-20.
- Leiter, M.P., Hakanen, J.J., Ahola, K., Toppinen-Tanner, S., Koskinen, A., Vaananen, A. (2013). Organizational predictors and health

- consequences of changes in burnout: A 12-year cohort study. *J Organ Behav.* 34(7): 959–73.
- Leone, S.S., Huibers, M.J.H., Knottnerus, J.A., Kant, I.J. (2007). Similarities, overlap and differences between burnout and prolonged fatigue in the working population. *QJM: An International Journal of Medicine.* 100(10): 617-627.
- Leplat, J. (1977). Les facteurs déterminant la charge de travail. *Le Travail humain*, 40, 2, 195-202.
- Leplat, J. (2007). Resilience engineering. Concepts and precepts. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé.* 9(2). Récupéré de <http://journals.openedition.org/pistes/3770>, le 01.04.19.
- Leproult, R., Colecchia, EF., Berardi, AM., Stickgold, R., Kosslyn, SM., Van cauter, E. (2003). Individual differences in subjective and objective alertness during sleep deprivation are stable and unrelated. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 284(2): R280-90.
- Lericollais, R., Gauthier, A., Bessot, N., Zouabi, A., Davenne, D. (2013). Morning anaerobic performance is not altered by vigilance impairment. *PLoS One.* 8(3): e58638. doi: 10.1371/journal.pone.0058638.
- Levin, S., Aronsky, D., Hemphill, R., Han, J., Slagle, J., France, DJ. (2007). Shifting toward balance: measuring the distribution of workload among emergency physician teams. *Ann Emerg Med.* 50(4): 419-23.
- Levinsky, NG. (1988). Compounding the error. *N Engl J Med.* 318(12): 778-80.
- Lhomme, S., Serre, D., Diab, Y. et Laganier, R. (2010). Les réseaux techniques face aux inondations ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine. *Bulletin de l'association des géographes français.* 487-502.
- Lim, J., Dinges, D.F. (2008). Sleep deprivation and vigilant attention. *Ann N Y Acad Sci.* 1129: 305-322. doi: 10.1196/annals.1417.002.
- Lim, J., Dinges, D.F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychol. Bull.* 136 (3): 375-389. doi: 10.1037/a0018883.
- Littner, M., Kushida, CA., Anderson, WM., Bailey, D., Berry, RB., Davila, DG., Hirshkowitz, M., Kapen, S., Kramer, M., Loubé, D., Wise, M., Johnson, SF. (2003). Standards of Practice Committee of the American

- Academy of Sleep Medicine. Practice parameters for the role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms: an update for 2002. *Sleep*. 26(3): 337-41.
- Lizano, E. L., Barak, M. M. (2015). Job Burnout and Affective Wellbeing: A Longitudinal Study of Burnout and Job Satisfaction among Public Child Welfare Workers. *Children and Youth Services Review*. 55: 18-28.
- Lo, J.C., Groeger, J.A., Santhi, N., Arbon, E.L., Lazar, A.S., Hasan, S., et al. (2012). Effects of Partial and Acute Total Sleep Deprivation on Performance across Cognitive Domains, Individuals and Circadian Phase. *PLoS ONE*. 7(9): e45987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045987>
- Lockley, S.W., Cronin, J.W., Evans, E.E., Cade, B.E., Lee, C.J., Landrigan, C.P., et al. (2004). Effect of reducing interns' weekly work hours on sleep and attentional failures. *N Engl J Med*. 351: 1829-37.
- Lockley, S.W., Skene, D.J., Arendt, J. (1999). Comparison between subjective and actigraphic measurement of sleep and sleep rhythms. *J. Sleep Res*. 8: 175-183.
- Loi fédérale du 10 août 2001 relative à la conciliation entre l'emploi et la qualité de vie. Récupéré de http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=2001081059&table_name=loi, le 18.3.19.
- Loi fédérale du 12 décembre 2010 fixant la durée du travail des médecins, dentistes, vétérinaires, des candidats-médecins en formation, des candidats-dentistes en formation et étudiants stagiaires se préparant à ces professions. Récupéré de http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&table_name=loi&cn=2010121205, le 18.3.19.
- Loi fédérale du 14 juin 1921 instituant la journée de huit heures et la semaine de quarante-huit heures. Récupéré de http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=1963030401&table_name=loi, le 18.3.19.
- Loi fédérale du 16 mars 1971 sur le travail. Récupéré de http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=1971031602&table_name=loi, le 18.3.19.
- Loi fédérale du 17 mars 1987 relative à l'introduction de nouveaux régimes de travail dans les entreprises. Récupéré de

- http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=1987031733&table_name=loi, le 18.3.19.
- Loi fédérale du 26 juillet 1996 relative à la promotion de l'emploi et à la sauvegarde préventive de la compétitivité. Récupéré de http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&cn=1996072632&table_name=loi, le 18.3.19.
- Loi fédérale du 5 mars 2017 concernant le travail faisable et maniable. Récupéré de http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi_loi/change_lg.pl?language=fr&la=F&table_name=loi&cn=2017030503, le 18.3.19.
- Lourela, M., Gueguenb, N., Moudaa, F. (2007). The burnout assessment of Pines: a french adaptation and validation of the "Burnout Measure Short version" (BMS-10). *Pratiques psychologiques*. 13: 353-364.
- Lovato, N., Lack, L. (2010). The effects of napping on cognitive functioning. *Prog Brain Res*. 185: 155-66. doi: 10.1016/B978-0-444-53702-7.00009-9.
- Mansukhani, M.P, Kolla, B.P., Surani, S., Varon, J., Ramar, K. (2012). Sleep Deprivation in Resident Physicians, Work Hour Limitations, and Related Outcomes: A Systematic Review of the Literature. *Postgraduate Medicine*. 124(4): 241-249. doi: 10.3810/pgm.2012.07.2583.
- Marcora, SM., Staiano, W. (2010). The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? *Eur J Appl Physiol*. 109(4): 763-70. doi: 10.1007/s00421-010-1418-6.
- Martin-Gill, C., Barger, LK., Moore, CG., Higgins, JS., Teasley, EM., Weiss, PM., Condle, JP., Flickinger, KL., Coppler, PJ., Sequeira, DJ., Divecha, AA., Matthews, ME., Lang, ES., Patterson, PD. (2018). Effects of Napping During Shift Work on Sleepiness and Performance in Emergency Medical Services Personnel and Similar Shift Workers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Prehosp Emerg Care*. 22(sup1): 47-57.
- Maslach C. (1976). Burned-out. *Hum Behav*. 5: 16-22.
- Maslach, C. (2006). *Burn-out : l'épuisement professionnel*. Pontarlier : Presses du Belvédère.

- Maslach, C., Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Occupational Behavior*. 2: 99-113. doi:10.1002/job.4030020205.
- Maslach, C., Jackson, S.E. (1986). *Maslach Burnout Inventory Manual, 2nd Edition*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- Maslach, C., Jackson, S.E., Leiter, P. (1996). *Maslach Burnout Inventory Manual*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Maslach, C., Jackson, S.E., Leiter, M.P. (2016). *Maslach burnout inventory: manual (4th ed)*. Mind Garden, USA: CA.
- Maslach, C., Leiter, M. P. (2016). Understanding the burnout experience: recent research and its implications for psychiatry. *World Psychiatry*. 15(2): 103–111. <http://doi.org/10.1002/wps.20311>
- Maslach, C., Schaufeli, W. B., Leiter, M. P. (2001). Job burnout. *Annual Review of Psychology*. 52: 397-422. doi:10.1146/annurev.psych.52.1.397
- Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: theoretical background and procedures, approaches to qualitative research in mathematics education*. Illinois : Norma Presmeg.
- McCarthy, J. D. (1991). *U.S.S. Vincennes (CG 49) shootdown of Iran air flight #655: a comprehensive analysis of legal issues presented by the case concening the aerial incident of 3 July 1988*. Washington: Duke University School of Law. Recupéré de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a250951.pdf>, le 01.04.19.
- Mcintyre, H. F., Winfield, S., Te, H. S., Crook, D. (2010). Implementation of the European working time directive in an NHS trust: impact on patient care and junior doctor welfare. *Clin. Med*. 10: 134–137.
- McKenna, BS., Dickinson, DL., Orff, HJ., Drummond, SP. (2007). The effects of one night of sleep deprivation on known-risk and ambiguous-risk decisions. *J Sleep Res*. 16(3): 245-52.
- Medic, G., Wille, M., Hemels, ME. (2017). Short and long-term health consequences of sleep disruption. *Nat Sci Sleep*. 9: 151-161. doi: 10.2147/NSS.S134864.
- Meerlo, P., Sgoifo, A., Suchecki, D. (2008). Restricted and disrupted sleep: effects on autonomic function, neuroendocrine stress systems and stress responsivity. *Sleep Med Rev*. 12(3): 197-210. doi: 10.1016/j.smr.2007.07.007.

- Meier-Ewert, HK., Ridker, PM., Rifai, N., Regan, MM., Price, NJ., Dinges, DF., Mullington, JM. (2004). Effect of sleep loss on C-reactive protein, an inflammatory marker of cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol.* 43(4): 678-83.
- Melamed, S. (2009). Burnout and risk of regional musculoskeletal pain— a prospective study of apparently healthy employed adults. *Stress & Health.* 25(4): 313-321.
- Melbin, M. (1978). Night As Frontier. *American Sociological Review*, 43(1), 3-22.
- Michallet, B. (2009). Résilience : Perspective historique, défis théoriques et enjeux cliniques. *Frontières.* 22(1-2): 10–18.
- Michon, F. (2005). Longues durées de travail, temps flexibles, temps contraints. Les nouveaux enjeux du temps de travail. *La Revue de l'Ires*, 49(3), 9-33. DOI 10.3917/rkli.049.0009
- Miermans, P.J., Vivet, V., Delvaux, A., Jouck, P. Mimilidis, H., Steinberg, P., Somer, A. (2016). Rapport de la cellule de planification de l'offre des professions de soins de santé. Service Professions de santé et pratique professionnelle – DG Soins de santé. SPF Santé publique, Bruxelles. Récupéré de https://5199.f2w.fedict.be/sites/default/files/documents/2._scenari_o_de_base_-_127_-_medecine_generale.pdf, le 01.04.19.
- Mijakoski, D., Karadzinska-Bislimovska, J., Stoleski, S., Minov, J., Atanasovska, A., Bihorac, E. (2018). Job Demands, Burnout, and Teamwork in Healthcare Professionals Working in a General Hospital that Was Analysed At Two Points in Time. *Open Access Maced J Med Sci.* 6(4): 723–729.
- Mijakoski, D., Karadzinska-Bislimovska, J., Milosevic, M., Mustajbegovic, J., Stoleski, S., Minov, J. (2015). Differences in burnout, work demands and team work between Croatian and Macedonian hospital nurses. *Cognition, Brain, Behavior.* 19(3): 179–200.
- Mikulincer, M., Babkoff, H., Caspy, T., & Sing, H. C. (1989). The effects of 72 hours of sleep loss on psychological variables. *British Journal of Psychology.* 80(2): 145-162.

- Minkel, J., Htaik, O., Banks, S., Dinges, D. (2010). Emotional expressiveness in sleep-deprived healthy adults. *Behav. Sleep Med.* 9: 5-14.
- Misra-Hebert, AD., Kay, R., Stoller, JK. (2004). A review of physician turnover: rates, causes, and consequences. *Am J Med Qual.* 19(2): 56-66.
- Moore, B.J., Stocks, C., Owens, P.L. (2017). Trends in Emergency Department Visits 2006-2014. *Healthcare cost and utilization project.* 227.
- Moore-Ede, M. (1993). *The twenty-four-hour society: understanding human limits in a world that never stops* (2e éd.). Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Morgan J. I., Abbott R., Furness P., Ramsay J. (2016). UK rail workers' perceptions of accident risk factors: an exploratory study. *Int. J. Ind. Ergon.* 55: 103–113. 10.1016/j.ergon.2016.08.003
- Morrison C.A., Wyatt M.M., Carrick M.M. (2009). Impact of the 80-hour work week on mortality and morbidity in trauma patients: an analysis of the National Trauma Data Bank. *J Surg Res.* 154(1): 157-62. doi: 10.1016/j.jss.2008.06.004.
- Mot, E., Geerts, J., Willeme, P. (2012). *Long-Term Care Use and Supply in Europe: Projection Models and Results for Germany, the Netherlands, Spain and Poland.* ENEPRI Research Report no. 116. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/256019397_Long-Term_Care_Use_and_Supply_in_Europe_Projection_Models_and_Results_for_Germany_the_Netherlands_Spain_and_Poland, le 01.04.19.
- Muto, V., Jaspard, M., Meyer, C., Kussé, C., Chellappa, S.L., Degueldre, C., Balteau, E., Shaffii-Le Bourdieu, A., Luxen, A., Middleton, B., Archer, S.N., Phillips, C., Collette, F., Vandewalle, G., Dijk, D.J., Maquet, P. (2016). Local modulation of human brain responses by circadian rhythmicity and sleep debt. *Science.* 353(6300): 687-90. doi: 10.1126/science.aad2993.
- Muzet, A., Nicolas, A., Tassi, P., Dewasmes, G. (1995). Implementation of napping in industry and the problem of sleep inertia. *Journal of sleep research.* 4(2): 67-69.

- Nagai, M., Hoshida, S., Kario, K. (2010). Sleep duration as a risk factor for cardiovascular disease- a review of the recent literature. *Curr Cardiol Rev.* 6(1): 54-61. doi: 10.2174/157340310790231635.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2007). *Hospital-Based Emergency Care: At a Breaking Point*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nelson, D. (2007). Prevention and treatment of sleep deprivation among emergency physicians. *Pediatr Emerg Care.* 23(7):498-503.
- Neu, D., Mairesse, O., Hoffmann, G., et al. (2007). Sleep quality perception in the chronic fatigue syndrome: correlations with sleep efficiency, affective symptoms and intensity of fatigue. *Neuropsychobiology.* 56(1): 40-6.
- Neu, D., Mairesse, O., Hoffmann, G., Valsamis, JB., Verbanck, P., Linkowski, P., Le Bon, O. (2010). Do 'sleepy' and 'tired' go together? Rasch Analysis of the Relationships between Sleepiness, Fatigue and Nonrestorative Sleep Complaints in a Nonclinical Population Sample. *Neuroepidemiology.* 35: 1-11.
- Neuschwander, A., Job, A., Younes, A., Mignon, A., Delgoulet, C., Cabon, P., Mantz, J., Tesniere, A. (2017). Impact of sleep deprivation on anaesthesia residents' non-technical skills: a pilot simulation-based prospective randomized trial. *Br J Anaesth.* 1;119(1):125-131. doi: 10.1093/bja/aex155.
- Nyssen, A.-S. (2007). Coordination in hospitals: organized or emergent process? *Cognition, Technology & Work.* 9(3): 149-157.
- Nyssen, A.-S., Aunac, S., Faymonville, M.-E., & Lutte, I. (2004). Reporting systems in healthcare from a case-by-case experience to a general framework: an example in anaesthesia. *European Journal of Anaesthesiology.* 21(10): 757-765.
- Nyssen, A.-S., Berastegui, P. (2016). Is system resilience maintained at the expense of individual resilience? Dans J., Braithwaite, R., Wears, & E., Hollnagel, *Resilient Health Care III: Reconciling Work-As-Imagined and Work-As-Done*. New York, USA: CRC Press.
- Nyssen, A.-S., Cote, V. (2010). Motivational mechanisms at the origin of control task violations: An analytical case study in the pharmaceutical industry. *Ergonomics.* 53(9): 1076-1084.

- Nyssen, A.-S., Hansez, I., Baele, P., Lamy, M., & De Keyser, V. (2003). Occupational stress and burnout in anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*. 90(3): 333-337.
- Nyssen, A.-S., Larbuisson, R., Janssens, M., Pendeville, P., & Mayne, A. (2002). A comparison of the training value of two types of anesthesia simulators: Computer screen-based and mannequin-based simulators. *Anesthesia and Analgesia*. 94(6): 1560-1565.
- Nyssen, AS., Blavier, A. (2006). Error detection: a study in anaesthesia. *Ergonomics*. 49: 517-525.
- O'Reilly, K. (2012). Stressed physicians reluctant to seek support. In Browser, K.J., Riba, M.B. *Physician mental health and well-being: research and practice*. Récupéré de <http://www.amed-news.com/apps/pbcs.dll/persoonalia?ID=koreilly>, le 17.12.17.
- OCDE (2013), *Panorama de la santé 2013 : Les indicateurs de l'OCDE*. France : Éditions OCDE. http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-fr
- Ohayon, MM. (2002). Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to learn. *Sleep Med Rev*. 6(2): 97-111.
- Ohtsu, T., Kaneita, Y., Aritake, S., et al. (2013). A cross-sectional study of the association between working hours and sleep duration among the Japanese working population. *J Occup Health*. 55(4): 307-11.
- Olds, DM., Clarke, SP. (2010). The effect of work hours on adverse events and errors in health care. *J Safety Res*. 41(2): 153-162.
- O'Leary, F. (2015). Simulation as a high stakes assessment tool in emergency medicine. *Emerg Med Australas*. 27(2): 173-5. doi: 10.1111/1742-6723.12370.
- Olson, K.D. (2017). Physician Burnout—A Leading Indicator of Health System Performance? *Mayo Clinic Proceedings*. 92(11): 1608-1611. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2017.09.008>
- Ong, A. D., & Weiss, D. J. (2000). The impact of anonymity of responses to sensitive questions. *Journal of Applied Social Psychology*, 30(8): 1691-1708.
- Pakyurek, M., Gutkovich, Z., Weintraub, S. Reduced aggression in two inpatient children with the treatment of their sleep disorder. *J Am Acad*

- Child Adolesc Psychiatry.* 41(9): 1025. DOI: 10.1097/00004583-200209000-00001.
- Pariès, J. (2011). Entre l'optimalité et la résilience, quelle stratégie pour la sécurité ? *Les entretiens du risque – Sécurité réglée et sécurité gérée : pour une complémentarité à partager par les acteurs.* 29-30 novembre, Paris, France.
- Pariès, J., Vignes, P. (2007). Sécurité, l'heure des choix. *La recherche.* 413 : 22-27.
- Passalacqua, SA., Segri, C. (2012). The effect of resident physician stress, burnout, and empathy on patient-centered communication during the long-call shift. *Health Commun.* 27: 449–456.
- Patterson, J.M. (1995). Promoting resilience in families experiencing stress, *Pediatric Clinic of North America.* 42(1): 47–63.
- Patterson, M, Deutsch, E., Fairbanks, R., Wears, R. (2017). Resilience: The Challenge of Maintaining Margin in Healthcare. 7th *REA Symposium*, 26-29 juin 2017, Liège, Belgique.
- Patterson, PD., Higgins, JS., Van Dongen, HPA., Buysse, DJ., Thackery, RW., Kupas, DF., Becker, DS., Dean, BE., Lindbeck, GH., Guyette, FX., Penner, JH., Violanti, JM., Lang, ES., Martin-Gill, C. (2018). Evidence-Based Guidelines for Fatigue Risk Management in Emergency Medical Services. *Prehosp Emerg Care.* 22(sup1): 89-101.
- Peabody, J., Luck, J., Glassman, P., Dresselhaus, TR., Lee, M. (2000). Comparison of vignettes, standardized patients, and chart abstraction: A prospective validation study of 3 methods for measuring quality. *JAMA.* 283(13): 1715–1722. doi: 10.1001/jama.283.13.1715.
- Peduzzi, P., Concato, J., Kemper, E., Holford, TR., Feinstein, AR. (1996). A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. *J Clin Epidemiol.* 49(12): 1373-9.
- Penetar, D., McCann, U., Thorne, D., Schelling, A., Galinski, C., Sing, H., Thomas, M., Belenky, G. (1994). Effects of Caffeine on Cognitive Performance, Mood, and Alertness in Sleep-Deprived Humans. Dans: Institute of Medicine (US) Committee on Military Nutrition Research. Marriott BM, editor. *Food Components to Enhance Performance: An Evaluation of Potential Performance-Enhancing Food Components for Operational Rations.* Washington (DC): National Academies Press (US).

- Petersen, L. A., Brennan, T. A., O'Neil, A. C., Cook, E. F., Lee, T. H. (1994). Does house-staff discontinuity of care increase the risk for preventable adverse events? *Ann. Intern. Med.* 121: 866–872.
- Phelps, EA. (2006). Emotion and cognition: insights from studies of the human amygdala. *Annu Rev Psychol.* 57: 27–53.
- Philibert, I. (2005). Sleep loss and performance in residents and nonphysicians: a meta-analytic examination. *Sleep.* 28(11): 1392–402.
- Phillips, RO., Kecklund, G., Anund, A., Sallinen, M. (2017). Fatigue in transport: a review of exposure, risks, checks and controls. *Transport Reviews.* 37(6): 742–766.
- Pigeon, WR., Sateia, MJ., Ferguson, RJ. (2003). Distinguishing between excessive daytime sleepiness and fatigue: toward improved detection and treatment. *J Psychosom Res.* 54(1): 61–9.
- Pilcher, J.J., Band, D., Odle-Dusseau, H.N., Muth, E.R. (2007). Human performance under sustained operations and sleep deprivation conditions: toward a model of controlled attention. *Aviat. Space Environ. Med.* 78(Suppl.5), B15–B24.
- Pilcher, J.J., Huffcutt, A.I. (1996). Effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis. *Sleep.* 19(4): 318–326.
- Pinheiro, J., Bates, D. (2000). *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. New York: Springer-Verlag.
- Prince, C. R., Hines, E. J., Chyou, P. H., Heegeman. (2014). Finding the key to a better code: code team restructure to improve performance and outcomes. *Clinical Medicine Research*, 12(1-2): 47–57. doi: 10.3121/cmr.2014.1201.
- Puddester, D. (2014). Managing and mitigating fatigue in the era of changing resident duty hours. *BMC Med Educ.* 14(Suppl 1): S3.
- Puetz, TW., O'Connor, PJ., Dishman, RK. (2006). Effects of chronic exercise on feelings of energy and fatigue: a quantitative synthesis. *Psychol Bull.* 132(6): 866–876.
- Qin, X., Drenzo, M. S., Xu, M., & Duan, Y. (2014). When do emotionally exhausted employees speak up? Exploring the potential curvilinear relationship between emotional exhaustion and voice. *Journal of Organizational Behavior.* 35: 1018–1041. doi: 10.1002/job.1948

- Quigley, N., Green, J.F., Morgan, D., Idzikowski, C., King, D.J. (2000). The effect of sleep deprivation on memory and psychomotor function in healthy volunteers. *Hum. Psychopharmacol.* 15: 171–177.
- Quinn-Lee, L., Olson-McBride, L., Unterberger, A. (2014). Burnout and death anxiety in hospice social workers. *J Soc Work End Life Palliat Care.* 10(3): 219-39. doi: 10.1080/15524256.2014.938891.
- Raedle, J. (2014, 6 août). Il manque 1200 médecins urgentistes en Belgique. *Belga News*. Récupéré de https://www.rtbf.be/info/societe/detail_le-medecins-urgentistes-press?id=8328710, le 18.3.19.
- Rasch, B., Pommer, J., Diekelmann, S., Born, J. (2009). Pharmacological REM sleep suppression paradoxically improves rather than impairs skill memory. *Nat Neurosci.* 12(4):396-7. doi: 10.1038/nn.2206.
- Rauchs, G., Feyers, D., Landeau, B., Bastin, C., Luxen, A., Maquet, P., Collette, F. (2011). Sleep contributes to the strengthening of some memories over others, depending on hippocampal activity at learning. *J Neurosci.* 31(7): 2563-8. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3972-10.2011.
- Reader, T. W., Cuthbertson, B. H., Decruyenaere, J. (2008). Burnout in the ICU: potential consequences for staff and patient well-being. *Intensive Care Med.* 34 4–6. 10.1007/s00134-007-0908-4
- Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reason, J. (2000). Human Error: models and management. *BMJ.* 320: 768-70.
- Reilly, T., Deykin, T. (1983). Effects of partial sleep loss on subjective states, psychomotor and physical performance tests. *Journal of Human Movement Studies.* 9: 157–170.
- Reilly, T., Edwards, B. (2007). Altered sleep-wake cycles and physical performance in athletes. *Physiol Behav.* 90(2-3): 274–84.
- Reilly, T., Walsh, T. J. (1981). Physiological, psychological and performance measures during an endurance record for five-a-side soccer. *Br J Sports Med.* 15(2): 122–128.
- Reiter, M., Wen, L.S., Allen, B. (2016). The Emergency Medicine Workforce: Profile and Projections. *Journal of Emergency Medicine.* 50(4). <http://dx.doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.09.02>

- Reyner, LA., Horne, JA. (1997). Suppression of sleepiness in drivers: combination of caffeine with a short nap. *Psychophysiology*. 34(6): 721–725.
- Reznick, RK., Folse, JR. (1987). Effect of sleep deprivation on the performance of surgical residents. *Am J Surg*. 154(5): 520–5.
- Richardson, G.E. (2002). The metatheory of resilience and resiliency. *Journal of Clinical Psychology*. 58: 307–321.
- Richardson, G.E., B.L. Neiger, S. Jensen Et K.L. Kumpfer (1990). The resiliency model. *Health Education*. 21: 33–39.
- Richter, JP., McAlearney, AS., Pennell, ML. (2016). The influence of organizational factors on patient safety: Examining successful handoffs in health care. *Health Care Manage Rev*. 41(1): 32–41. doi: 10.1097/HMR.0000000000000033.
- Roach, G. D., Dawson, D., Lamond, N. (2006). Can a shorter psychomotor vigilance task be used as a reasonable substitute for the ten-minute psychomotor vigilance task? *Chronobiology International*. 23: 1379–1387.
- Roberfroid, D., Stordeur, S., Camberlin, C., Van de Voorde, C., Vrijens, F., Léonard, C. (2008). *Offre de médecins en Belgique : situation actuelle et défis*. Report No.: 72B. Bruxelles.
- Robert M. Sade, E. (eds). *The Ethics of Surgery: Conflicts and Controversies*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2015. ISBN-10: 0190204532.
- Roca, J., Fuentes, LJ., Marotta, A., López-Ramón, MF., Castro, C., Lupiáñez, J., Martella, D. (2012). The effects of sleep deprivation on the attentional functions and vigilance. *Acta Psychol (Amst)*. 140(2): 164–76. doi: 10.1016/j.actpsy.2012.03.007.
- Rodriguez-Jareño, M. C., Demou, E., Vargas-Prada, S., Sanati, K. A., Škerjanc, A., Reis, P. G., Helimäki-Aro, R., Macdonald, E. B., and Serra, C. (2014) European Working Time Directive and doctors' health: a systematic review of the available epidemiological evidence. *BMJ Open*. 4 (7).
- Rogers, N.L., Dorrian, J., Dinges, D.F. (2003). Sleep, waking and neurobehavioural performance. *Frontiers in Bio-science*. 8: 1056–1067.
- Rosen, IM., Gimotty, PA., Shea, JA., Bellini, LM. (2006). Evolution of sleep quantity, sleep deprivation, mood disturbances, empathy, and burnout among interns. *Acad Med*. 81(1): 82–5.

- Rosenstein, A.H. (2011). Managing disruptive behaviors in the health care setting: focus on obstetrics services. *Am J Obstet Gynecol.* 204: 187-192.
- Rutter, M. (1985). Resilience in the face of adversity: Protective factors and resistance to psychiatric disorder. *British Journal of Psychiatry.* 147: 598-611.
- Ryu, J., Jung-Choi, K., Choi, K.H., Kwon H.J., Kang, C., Kim H. (2017). Associations of Shift Work and Its Duration with Work-Related Injury among Electronics Factory Workers in South Korea. *Int J Environ Res Public Health.* 14(11): 1429.
- Sack, RL., Auckley, D., Auger, RR., Carskadon, MA., Wright, KP., Vitiello, MV., Zhdanova, IV. (2007). Circadian rhythm sleep disorders: part I, basic principles, shift work and jet lag disorders. An American Academy of Sleep Medicine review. *Sleep.* 30(11): 1460-1483.
- Sagaspe, P., Sanchez-Ortuno, M., Charles, A., Taillard, J., Valtat, C., Bioulac, B., Philip, P. (2006). Effects of sleep deprivation on Color-Word, Emotional, and Specific Stroop interference and on self-reported anxiety. *Brain Cogn.* 60(1): 76-87.
- Salim, A., Teixeira, P.G., Chan, L., Oncel, D., Inaba, K., Brown, C., Rhee, P., Berne, T.V. (2007). Impact of the 80-hour workweek on patient care at a level I trauma center. *Arch Surg.* 142(8): 708-12.
- Salminen, S. (2016). Long Working Hours and Shift Work as Risk Factors for Occupational Injury. *The Ergonomics Open Journal.* 9(1): 15-26.
- Salvagioni, DAJ., Melanda, FN., Mesas, AE., Gonzalez, AD., Gabani, FL., Andrade, SMD. (2017) Physical, psychological and occupational consequences of job burnout: A systematic review of prospective studies. *PLoS ONE.* 12(10): e0185781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185781>
- Samkoff, JS., Jacques, CH. (1991). A review of studies concerning effects of sleep deprivation and fatigue on residents' performance. *Acad Med.* 66(11): 687-93.
- Sauzeau, JB. (2017). *Impact des troubles du sommeil sur les processus de consolidation des apprentissages dépendants du sommeil chez l'enfant.* Neurosciences. Université de Lyon. Français.

- Schaufeli W.B., Taris T.W. (2005). The conceptualization and measurement of burnout: Common ground and worlds apart. *Work Stress*. 19: 256–62.
- Schaufeli, W. B., Bakker, A. B. (2004). Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: A multi-sample study. *Journal of Organizational Behavior*. 25(3): 293-315. <http://dx.doi.org/10.1002/job.248>
- Schaufeli, W. B., Bakker, A. B., Van Rhenen, W. (2009). How changes in job demands and resources predict burnout, work engagement and sickness absenteeism. *Journal of Organizational Behavior*. 30(7): 893-917.
- Schaufeli, W. B., Taris, T. W. (2005). The conceptualization and measurement of burnout: Common ground and worlds apart. *Work & Stress*. 19(3), 256-262.
- Schaufeli, W.B., Enzmann, D. (1998). *The burnout companion to study and practice: A critical analysis*. Philadelphia: Taylor & Francis.
- Schaufeli, WB., Bakker, AB. (2004). Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: a multi-sample study. *J Organiz Behav*. 25: 293–315. <https://doi.org/10.1002/job.248>.
- Schieman, C., MacLean, AR., Buie, WD., Rudmik, LR., Ghali, WA., Dixon, E. (2008). Does surgeon fatigue influence outcomes after anterior resection for rectal cancer? *American Journal of Surgery*, 195(5): 684-687.
- Schliesman, E.E. (2016). *Patient Empathy & Effects on Health Outcomes*. All Theses, Dissertations, and Other Capstone Projects. 622. Récupéré de <https://cornerstone.lib.mnsu.edu/etds/622>, le 16.06.18.
- Schmidt, C., Collette, F., Cajochen, C., Peigneux, P. (2007). A time to think: circadian rhythms in human cognition. *Cognitive Neuropsychology*. 24(7): 755-789.
- Schnyer, DM., Zeithamova, D., Williams, V. (2009). Decision-making under conditions of sleep deprivation: cognitive and neural consequences. *Milit Psychol*. 21(Suppl 1): S36–S45.
- Schoenenberger, S., Moulin, P., Brangier, E. (2013). Les déterminants de la charge de travail perçue dans deux services d'urgence hospitaliers en France. *Psychologie du Travail et des Organisations* 19(2): 143-164.

- Schulte, A., Donath, D. (2011). Measuring self-adaptive UAV operators' load-shedding strategies under high workload. *Eng Psychol Cognit Ergon.* 13: 342–351.
- Schuur, JD., Venkatesh, AK. (2012). The growing role of emergency departments in hospital admissions. *N Engl J Med.* 367(5): 391-3. doi: 10.1056/NEJMp1204431.
- Scott, K. (1998). Physician retention plans help reduce costs and optimize revenues. *Healthc Financ Manage.* 52: 75-77.
- Sexton, JB., Thomas, EJ., Helmreich, RL. (2000). Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *BMJ.* 320(7237): 745–749.
- Shanafelt, T.D., Hasan, O., Dyrbye, L.N. et al. (2015). Changes in burnout and satisfaction with work-life balance in physicians and the general US working population between 2011 and 2014. *Mayo Clin Proc.* 90: 1600–1613.
- Shanafelt, T.D., Noseworthy, J.H. (2017). Executive leadership and physician well-being: nine organizational strategies to promote engagement and reduce burnout. *Mayo Clin Proc.* 92: 129–146.
- Shanafelt, TD., Balch, CM., Bechamps, G., et al. (2010). Burnout and medical errors among American surgeons. *Ann Surg.* 251: 995–1000.
- Shanafelt, TD., Boone, S., Tan, L., Dyrbye, LN., Sotile, W., Satele, D., West, CP., Sloan, J., Oreskovich, MR. (2012). Burnout and satisfaction with work-life balance among US physicians relative to the general US population. *Arch Intern Med.* 172(18): 1377-85.
- Shanafelt, TD., Hasan, O., Dyrbye, LN., Sinsky, C., Satele, D., Sloan, J., West, CP. (2015). Changes in Burnout and Satisfaction With Work-Life Balance in Physicians and the General US Working Population Between 2011 and 2014. *Mayo Clin Proc.* 90(12): 1600-13. doi: 10.1016/j.mayocp.2015.08.023.
- Shanafelt, TD., Kaups, K. L., Nelson, H., Satele, D. V., Sloan, J. A., Oreskovich, M. R., & Dyrbye, L. N. (2014). An Interactive Individualized Intervention to Promote Behavioral Change to Increase Personal Well-Being in US Surgeons. *Annals of surgery,* 259(1): 82-88.

- Shanafelt, TD., Raymond, M., Kosty, M., et al. (2014). Satisfaction with work-life balance and the career and retirement plans of US oncologists. *J Clin Oncol.* 32: 1127–35.
- Sharpe, M., Wilks, D. (2002). Fatigue. *BMJ.* 31;325(7362):480-3.
- Sharpe, R., Koval, V., Ronco, JJ., Qayumi, K., Dodek, P., Wong, H., Shepherd, J., Fitzgerald, JM., Ayas, NT. (2010). The impact of prolonged continuous wakefulness on resident clinical performance in the intensive care unit: a patient simulator study. *Crit Care Med.* 38(3): 766-70. doi: 10.1097/CCM.0b013e3181cd122a.
- Shin, H., Park, Y. M., Ying, J. Y., Kim, B., Noh, H., & Lee, S. M. (2014). Relationships between coping strategies and burnout symptoms: A meta-analytic approach. *Professional Psychology: Research and Practice,* 45(1): 44-56. doi:10.1037/a0035220.
- Shoemaker, MJ., Riemersma, L., Perkins, R. (2009). Use of high fidelity human simulation to teach physical therapist decision-making skills for the intensive care setting. *Cardiopulm Phys Ther J.* 20(1): 13-8.
- Silbergleit, R., Kronick, SL., Philpott, S., Lowell, MJ., Wagner, C. (2006). Quality of emergency care on the night shift. *Acad Emerg Med.* 13(3): 325-30.
- Singh, H., Thomas, E.J., Petersen, L.A. & Studdert, D.M. (2007) Medical errors involving trainees: A study of closed malpractice claims from 5 insurers, *Archives of Internal Medicine,* 167(19): 2030- 2036.
- Sinsky, C., Dyrbye, L., West, C., Satele, D., Tutty, M., and Shanafelt, T. (2017). Professional satisfaction and career plans of US physicians. *Mayo Clin Proc.* 92: 1625–1635.
- Skinner, D., Swain, A., Peyton, R., et al. (1997). Airway management. Dans: *Cambridge textbook of emergency medicine.* Cambridge: Cambridge University Press. 22–61.
- Smith, F., Goldacre, MJ., Lambert, TW. (2017). Adverse effects on health and wellbeing of working as a doctor: views of the UK medical graduates of 1974 and 1977 surveyed in 2014. *J R Soc Med,* 110: 198–207.
- Smith-Coggins, R., Rosekind, MR., Buccino, KR., Dinges, DF., Moser, RP. (1997). Rotating shiftwork schedules: can we enhance physician adaptation to night shifts? *Acad Emerg Med.* 4: 951–61.

- Sonnenschein, M., Sorbi, M. J., van Doornen, L. J. P., Schaufeli, W. B., Maas, C. J. M. (2007). Electronic diary evidence on energy erosion in clinical burnout. *Journal of Occupational Health Psychology*. 12(4): 402-413.
- Souissi, N., Sesboüé, B., Gauthier, A., Larue, J., Davenne, D. (2003). Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day. *Eur J Appl Physiol*. 89(3-4): 359-66.
- Spiegel, K., Knutson, K., Leproult, R., Tasali, E., Van Cauter, E. (2005). Sleep loss: a novel risk factor for insulin resistance and Type 2 diabetes. *J Appl Physiol*. 99(5): 2008-19.
- Spiegel, K., Leproult, R., Van Cauter, E. (1999). Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *Lancet*. 354(9188): 1435-9.
- Spiegel, R. (1981). Sleep and sleeplessness in advanced age. In: E.D. Weitzman, *Advances in sleep research (Volume 5)*. New York: SP Medical and Scientific Books.
- Spielberg, JM., Stewart, JL., Levin, RL., Miller, GA., Heller, W. (2008). Prefrontal Cortex, Emotion, and Approach/Withdrawal Motivation. *Soc Personal Psychol Compass*. 1;2(1): 135-153.
- Stead, L.G., Jain, A., Decker, W.W. (2009). Emergency department overcrowding: a global perspective. *International Journal of Emergency Medicine*. 2(3): 133-134.
- Steinhaeuser, J., Otto, P., Goetz, K., Szecsenyi, J., Joos, S. (2014). Rural area in a European country from a health care point of view: an adoption of the Rural Ranking Scale. *BMC Health Serv Res*. 14(2): 147. doi: 10.1186/1472-6963-14-147.
- Stellman, JM. (2000). *Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. Volume II*. Bureau International du Travail: Genève.
- Sternbach, JM., Wang, K., El Khoury, R., Teitelbaum, EN., Meyerson, SL. (2016). Measuring error identification and recovery skills in surgical residents. *52th annual meeting of the society of thoracic surgeons*, phoenix, AZ, Jan 23-27.
- Stoller, EP., Papp, KK., Aikens, JE., Erokwu, B., Strohl, KP. (2005). Strategies Resident-Physicians Use to Manage Sleep Loss and Fatigue. *Med Educ Online*. 10(1): 4376. doi: 10.3402/meo.v10i.4376.

- Storer, J., Floyd, H., Gill, W., Giusti, C., Ginsberg, H. (1989). Effects of sleep deprivation on cognitive ability and skills of paediatric residents. *Academic Med.* 64: 29-32.
- Strasser, F., Müller-Käser, I., Dietrich, D. (2009). Evaluating cognitive, emotional, and physical fatigue domains in daily practice by single-item questions in patients with advanced cancer: a cross-sectional pragmatic study. *J Pain Symptom Manage.* 38(4): 505-14. doi: 10.1016/j.jpainsymman.2008.12.009.
- Studnek, JR., Infinger, AE., Renn, ML., Weiss, PM., Condle, JP., Flickinger, KL., Kroemer, AJ., Curtis, BR., Xun, X., Divecha, AA., Coppler, PJ., Bizhanova, Z., Sequeira, DJ., Lang, E., Higgins, JS., Patterson, PD. (2018). Effect of Task Load Interventions on Fatigue in Emergency Medical Services Personnel and Other Shift Workers: A Systematic Review. *Prehosp Emerg Care.* 22(sup1): 81-88.
- Sturm, W., de Simone, A., Krause, BJ., Specht, K., Hesselmann, V., Radermacher, I., Willmes, K. (1999). Functional anatomy of intrinsic alertness: evidence for a fronto-parietal-thalamic-brainstem network in the right hemisphere. *Neuropsychologia.* 37: 797-805.
- Sturm, W., Willmes, K. (2001). On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *NeuroImage.* 14: S76-S84.
- Sujan, MA., Pozzi, S., Valbonesi, C. (2016). Reporting and learning: from extraordinary to ordinary. *Resilient Health Care. Vol 3: reconciling work-as-imagined and work-as-done. (1st éd).* New York, USA: CRC Press.
- Surani, AA., Surani, A., Zahid, S., Ali, S., Farhan, R., Surani, S. (2015). To Assess Sleep Quality among Pakistani Junior Physicians (House Officers): A Cross-sectional Study. *Ann Med Health Sci Res.* 5(5): 329-333. doi: 10.4103/2141-9248.165246.
- Sutcliffe, KM., Lewton, E., Rosenthal, MM. (2004). Communication failures: an insidious contributor to medical mishaps. *Acad Med.* 79(2): 186-94.
- Swain, MG. (2000). Fatigue in chronic disease. *Clin Sci (Lond).* 99(1): 1-8.
- Taffinder, NJ., McManus, IC., Gul, Y., Russell, RC., Darzi, A. (1998). Effect of sleep deprivation on surgeons' dexterity on laparoscopy simulator. *Lancet.* 352(9135): 1191.

- Tahar, YB. (2014). Analyse du burnout en entrepreneuriat : étude empirique sur les dirigeants de PME. *Economies et finances*. Université Montpellier I. Français.
- Tamakoshi, A., Ohno, Y., JACC Study Group. (2004). Self-reported sleep duration as a predictor of all-cause mortality: results from the JACC study, Japan. *Sleep*. 27(1): 51-4.
- Taylor, F. W. (1911). *The principles of scientific management*. New York: Harper & Brothers.
- Taylor, SE., Stanton, AL. (2007). Coping resources, coping processes, and mental health. *Annu Rev Clin Psychol*. 3: 377-401.
- Tekindal, B., Tekindal, MA., Pinar, G., Ozturk, F., Alan, S. (2012). *International Journal of Nursing Practice*. 18: 68-76.
- Temkin-Greener, H., Zheng, NT., Cai, S., Zhao, H., Mukamel, DB. (2010). Nursing home environment and organizational performance: association with deficiency citations. *Medical Care*. 48(4): 357-64.
- Tempesta, D., Couyoumdjian, A., Curcio, G., Moroni, F., Marzano, C., De Gennaro, L., Ferrara, M. (2010). Lack of sleep affects the evaluation of emotional stimuli. *Brain Res Bull*. 82(1-2): 104-8. doi: 10.1016/j.brainresbull.2010.01.014.
- Temple, J. (2014). Resident duty hours around the globe: where are we now? *BMC Med Educ*. 14 Suppl 1:S8. doi: 10.1186/1472-6920-14-S1-S8.
- Thijssen, W.A.M.H., Giesen, P.H.J., Wensing, M. (2012). Emergency departments in the Netherlands. *Emergency Medicine Journal*. 29(1): 6-9.
- Thirioux, B., Birault, F., Jaafari, N. (2016). Empathy Is a Protective Factor of Burnout in Physicians: New Neuro-Phenomenological Hypotheses Regarding Empathy and Sympathy in Care Relationship. *Front Psychol*. 26(7) : 763. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00763.
- Thomas, M., Sing, H., Belenky, G., Holcomb, H., Mayberg, H., Dannals, R., Wagner, H., Thorne, D., Popp, K., Rowland, L., Welsh, A., Balwinski, S., Redmond, D. (2000). Neural basis of alertness and cognitive performance impairments during sleepiness. I. Effects of 24 h of sleep deprivation on waking human regional brain activity. *J Sleep Res*. 9(4): 335-52.

- Tipper, S.P. (1985). The Negative Priming Effect : Inhibitory Priming by Ignored Objects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 37A: 571-590. Récupéré de [http://wexler.free.fr/library/files/tipper%20\(1985\)%20the%20negative%20priming%20effect.%20inhibitory%20priming%20by%20ignored%20objects.pdf](http://wexler.free.fr/library/files/tipper%20(1985)%20the%20negative%20priming%20effect.%20inhibitory%20priming%20by%20ignored%20objects.pdf), le 01.04.19.
- Tobler, I., Achermann, P. (2007). Sleep homeostasis. *Scholarpedia*. 2(10): 2432.
- Tochikubo, O., Ikeda, A., Miyajima, E., Ishii, M. (1996). Effects of insufficient sleep on blood pressure monitored by a new multibiomedical recorder. *Hypertension*. 27(6): 1318-24.
- Toker, S., Melamed, S., Berliner, S., Zeltser, D., Shapira, I. (2012). Burnout and risk of coronary heart disease: a prospective study of 8838 employees. *Psychosom Med*. 74(8): 840-7. doi: 10.1097/PSY.0b013e31826c3174.
- Toppinen-Tanner, S., Ahola, K., Koskinen, A., Vaananen, A. (2009). Burnout predicts hospitalization for mental and cardiovascular disorders: 10-year prospective results from industrial sector. *Stress Health*. 25(4): 287-96.
- Toppinen-Tanner, S., Kalimo, R., Mutanen, P. (2002). The process of burnout in white-collar and blue-collar jobs: Eight-year prospective study of exhaustion. *Journal of Organizational Behavior*. 23(5): 555-570.
- Trahan, T., Durrant, SJ., Müllensiefen, D., Williamson, VJ. (2018). The music that helps people sleep and the reasons they believe it works: A mixed methods analysis of online survey reports. *PLoS ONE*. 13(11): e0206531.
- Treisman, A. M. (1964). Verbal Cues, Language, and Meaning in Selective Attention. *The American Journal of Psychology*. 77 (2): 206-219. doi:10.2307/1420127.
- Tucker, AM., Basner, RC., Stern, Y., Rakitin, BC. (2009). The variable response-stimulus interval effect and sleep deprivation: an unexplored aspect of psychomotor vigilance task performance. *Sleep*. 32(10): 1393-5.
- Tucker, AM., Whitney, P., Belenky, G., Hinson, JM., Van Dongen, HP. (2010). Effects of sleep deprivation on dissociated components of executive functioning. *Sleep*. 33(1): 47-57.

- Tucker, P., Bejerot, E., Kecklund, G., Aronsson, G., Åkerstedt, T. (2015). The impact of work time control on physicians' sleep and wellbeing. *Applied Ergonomics*. 47: 109-116.
- Tür, FÇ., Toker, I., Tür, B., Hacı, S. (2015). Assessment of the Pittsburgh sleep quality index among Physician's speciality Who work night shifts. *Emerg Med Open J*. 1: 5-11.
- Uchal, M., Tjugum, J., Martinsen, E., Qiu, X., Bergamaschi, R. (2005). The impact of sleep deprivation on product quality and procedure effectiveness in a laparoscopic physical simulator: a randomized controlled trial. *Am J Surg*. 189(6): 753-7.
- Uehli, K., Mehta, A.J., Miedinger, D., Hug, K., Schindler, C., Holsboer-Trachsler, E., Leuppi, J.D., Kunzli, N. (2014). Sleep problems and work injuries: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 18(1): 61-73. doi: 10.1016/j.smrv.2013.01.004.
- Ulmer, C., Miller Wolman, D., Johns, M.M.E. (2009). *Resident Duty Hours: Enhancing Sleep, Supervision, and Safety*. Washington: National Academies Press.
- Van Cauter, E., Knutson, K.L. (2008). Sleep and the epidemic of obesity in children and adults. *Eur J Endocrinol*. 159 Suppl 1:S59-66. doi: 10.1530/EJE-08-0298.
- Van Daele, A., Ait Ameer, L. (2010). Gestion des erreurs et des risques dans l'aide médicale urgente. *Le travail humain*. 73(4): 299-318. doi:10.3917/th.734.0299.
- Van Der Helm, E., Gujar, N., Walker, M. P. (2010). Sleep deprivation impairs the accurate recognition of human emotions. *Sleep*. 33: 335.
- Van der Linden, M., Billieux, J. (2011). La contribution de la psychopathologie cognitive à l'intervention psychologique. Dans: Monzée, J. *Ce que le cerveau a dans la tête : Perception, apparences et personnalité*, Liber: Montréal; 145-172.
- Van Dongen, H.P., Maislin, G., Mullington, J.M., Dinges, D.F. (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): 117-26.
- Vandewalle, G., Archer, S.N., Wuillaume, C., Balteau, E., Degueldre, C., Luxen, A., Maquet, P., Dijk, D.J. (2009). Functional magnetic resonance imaging-assessed brain responses during an executive task

- depend on interaction of sleep homeostasis, circadian phase, and PER3 geno-type. *J Neurosci.* 29: 7948-7956.
- Vartanian, O., Bouak, F., Caldwell, J.L., Cheung, B., Cupchik, G., Jobidon, M.E., Lam, Q., Nakashima, A., Paul, M., Peng, H., Silvia, P.J., Smith, I. (2014). The effects of a single night of sleep deprivation on fluency and prefrontal cortex function during divergent thinking. *Front Hum Neurosci.* 22(8):214. doi: 10.3389/fnhum.2014.00214.
- Vecchierini, M.F. (1997). *Le Guide du sommeil*. John Libbey: Eurotext.
- Vecchierini, M.F. (2013). Sleep: regulation and phenomenology. *Rev Mal Respir.* 30(10): 843-55. doi: 10.1016/j.rmr.2013.10.009. Epub 2013 Nov 9.
- Viola, A.U., Archer, S.N., James, L.M., Groeger, J.A., Lo, J.C., Skene, D.J., von Schantz, M., Dijk, D.J. (2007). PER3 polymorphism predicts sleep structure and waking performance. *Curr Biol.* 17(7): 613-8.
- Vonthron, S., Dury, S., Fallot, A., Alpha, A., Bousquet, F. (2016). L'intégration des concepts de résilience dans le domaine de la sécurité alimentaire : regards croisés. *Cahiers Agricultures.* 25(6).
- Wali, S.O., Qutah, K., Abushanab, L., Basamh, R., Abushanab, J., Krayem, A. (2013). Effect of on-call-related sleep deprivation on physicians' mood and alertness. *Ann Thorac Med.* 8(1): 22-7. doi: 10.4103/1817-1737.105715.
- Walker, M.P. (2009). The role of sleep in cognition and emotion. *Ann N Y Acad Sci.* 1156:168-97. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04416.x.
- Walker, M.P., van der Helm, E. (2009). Overnight therapy? The role of sleep in emotional brain processing. *Psychol Bull.* 135(5): 731-48. doi: 10.1037/a0016570.
- Waller, M.A. (2001). Resilience in ecosystemic context. *The American Journal of Orthopsychiatry.* 71(3): 290-297.
- Warm, J. S., Parasuraman, R., Matthews, G. (2008). Vigilance requires hard mental work and is stressful. *Hum. Factors.* 50, 433-441. doi.org/10.1518/001872008X312152
- Waters, W.F., Adams, S.G., Binks, P., Varnado, P. (1993). Attention, stress and negative emotion in persistent sleep-onset and sleep-maintenance insomnia. *Sleep.* 16(2): 128-36.

- Watson, N. F., Badr, M. S., Belenky, G., Bliwise, D. L., Buxton, O. M., Buysse, D.,... Heald, J. L. (2015). Recommended amount of sleep for a healthy adult: A joint consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep: Journal of Sleep and Sleep Disorders Research*. 38(6): 843-844.
- Weinick, RM., Burns, RM., Mehrotra, A. (2010). Many emergency department visits could be managed at urgent care centers and retail clinics. *Health Aff (Millwood)*. 29(9): 1630-6. doi: 10.1377/hlthaff.2009.0748.
- Weiss, P., Kryger, M., Knauert, M. (2016). Impact of extended duty hours on medical trainees. *Sleep Health*. 2(4): 309-315. doi: 10.1016/j.sleh.2016.08.003.
- Welp, A., Meier, L.L., Manser, T. (2016). The interplay between teamwork, clinicians' emotional exhaustion, and clinician-rated patient safety: a longitudinal study. *Crit Care*. 20(1): 110. doi: 10.1186/s13054-016-1282-9.
- Werner, E.E., R.S. Smith (1982). *Vulnerable But Invincible: A Longitudinal Study of Resilient Children and Youth*, New York: McGraw-Hill.
- Werner, EE., Johnson, JL. (1999). Can we apply resilience? Dans *Resilience and Development: Positive Life Adaptations*, M.D. Glantz Et J.L. Johnson (Eds.), New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Werner, R.M., Alexander, G.C., Fagerlin, A., Ubel, P.A. (2002). The "hassle factor": what motivates physicians to manipulate reimbursement rules? *Arch Intern Med*. 162: 1134-1139.
- West, CP., Huschka, MM., Novotny, PJ., Sloan, JA., Kolatrs, JC., Habermann, TM., et al. (2006). Association of perceived medical errors with resident distress and empathy. *JAMA*. 296: 1071-1078.
- West, CP., Tan, AD., Habermann, TM., Sloan, JA., Shanafelt, TD. (2009). Association of resident fatigue and distress with perceived medical errors. *JAMA*. 302(12): 1294-1300.
- Westbrook, JI., Raban, MZ., Walter, SR., Douglas, H. (2018). Task errors by emergency physicians are associated with interruptions, multitasking, fatigue and working memory capacity: a prospective, direct observation study. *BMJ Qual Saf*. 27(8): 655-663. doi: 10.1136/bmjqs-2017-007333.

- Wickramasinghe, ND., Dissanayake, DS., Abeywardena, GS. (2018). Validity and reliability of the Maslach Burnout Inventory-Student Survey in Sri Lanka. *BMC Psychol.* 6(1): 52. doi: 10.1186/s40359-018-0267-7.
- Williamson, A., Lombardi, DA., Folkard, S., Stutts, J., Courtney, TK., Connor, JL. (2011). The link between fatigue and safety. *Accid Anal Prev.* 43(2): 498–515.
- Wirtz, A. (2010). *Lange Arbeitszeiten. Untersuchungen zu den gesundheitlichen und sozialen Auswirkungen langer Arbeitszeiten.* Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Récupéré de <http://oops.unioldenburg.de/volltexte/2010/996/pdf/wirlan10.pdf>, le 07.12.17.
- Woolf, SH., Kuzel, AJ., Dovey, SM., Phillips, RL. (2004). A string of mistakes: the importance of cascade analysis in describing, counting, and preventing medical errors. *Ann Fam Med.* 2(4): 317–326.
- World Health Organization. (2009). *The conceptual framework for the International Classification for Patient Safety.* Version 1.1. Final technical report. Geneva. Récupéré de http://www.who.int/patientsafety/taxonomy/icps_full_report.pdf, le 07.12.16.
- Wu, J., Yuan, Y., Duan, H., Qin, S., Buchanan, T. W., Zhang, K., et al. (2014). Long-term academic stress increases the late component of error processing: an ERP study. *Biol. Psychol.* 99: 77–82.
- Wunderlich, GS., Kohler, PO. (Eds). *Improving the Quality of Long-Term Care.* Washington, DC: National Academy of Sciences, National Academy Press; 2001. Report by the Committee on Improving the Quality in Long-Term Care, Division of Health Care Services, Institute of Medicine.
- Yaghoubian, A., Kaji, AH., Ishaque, B., Park, J., Rosing, DK., Lee, S. et al. (2010). Acute care surgery performed by sleep deprived residents: Are outcomes affected? *J Surg Res.* 163: 192–19.
- Zellars, K. L., Perrewé, P. L., & Hochwarter, W. A. (2000). Burnout in health care: The role of the five factors of personality. *Journal of Applied Social Psychology.* 30(8): 1570–1598.
- Zhou, X., Ferguson, SA., Matthews, RW., et al. (2012). Mismatch between subjective alertness and objective performance under sleep restriction is greatest during the biological night. *J Sleep Res.* 21(1): 40–9.

Zhu, L., Zee, PC. (2012). Circadian rhythm sleep disorders. *Neurol Clin.* 30(4):1167-91. doi: 10.1016/j.ncl.2012.08.011.

Annexes

Annexe A

Fatigue Management Survey

Annexe B

SomnoTraq

Appels d'urgen... 18% 14:53

Début de service (1/4)

Heure d'endormissement :
 ▾ h ▾ AM ▾

Heure du réveil :
 ▾ h ▾ AM ▾

Horaire de travail :
 - ▾

Zones
 Zone A ▾

SMUR
 Coordinateur

SUIVANT

Agenda de sommeil et données de classement.

Spiegel Sleepiness Scale (item 2).

Appels d'urgen... 19% 14:53

Qualité du sommeil (2/4)

Avez-vous bien dormi ?

Oui, de façon parfaite (d'un sommeil paisible, sans réveil nocturne)
 Oui, bien
 Moyennement bien
 Non, mal
 Non, très mal (sommeil agité, réveils fréquents)
 Ne sait pas

SUIVANT

Appels d'urgen... 19% 14:53

Qualité du sommeil (2/4)

Combien de temps vous a-t-il fallu pour vous endormir la nuit dernière ?

Très peu de temps
 Peu de temps
 Moyennement de temps
 Longtemps
 Très longtemps (je suis resté éveillé très longtemps)
 Ne sait pas

SUIVANT

Spiegel Sleepiness Scale (item 1).

Spiegel Sleepiness Scale (item 3).

Appels d'urgen... 19% 14:53

Qualité du sommeil (2/4)

Combien de temps avez-vous dormi ?

Très longtemps (je ne me suis pas réveillé spontanément)
 Longtemps
 Moyennement longtemps
 Peu de temps
 Très peu de temps (je me suis réveillé beaucoup trop tôt)
 Ne sait pas

SUIVANT

Appels d'urgen... 19% 14:53

Qualité du sommeil (2/4)

Vous êtes-vous réveillé au cours de la nuit ?

- Jamais (j'ai dormi d'une seule traite)
- Rarement
- Relativement souvent
- Souvent
- Très souvent (réveils répétés)
- Ne sait pas

SUIVANT

Spiegel Sleepiness Scale
(item 4).

Spiegel Sleepiness Scale
(item 6).

Appels d'urgen... 19% 14:54

Qualité du sommeil (2/4)

Avez-vous fait des rêves ?

- Aucun
- Quelques uns seulement
- Modérément
- Beaucoup
- Enormément et des rêves particulièrement marquants
- Ne sait pas

SUIVANT

Spiegel Sleepiness Scale
(item 5).

Karolinska Sleepiness
Scale.

Appels d'urgen... 19% 14:54

Qualité du sommeil (2/4)

Comment vous sentez-vous actuellement ?

- En excellente forme
- En bonne forme
- Moyennement en forme
- En mauvaise forme
- En très mauvaise forme : fatigué, abattu
- Ne sait pas

SUIVANT

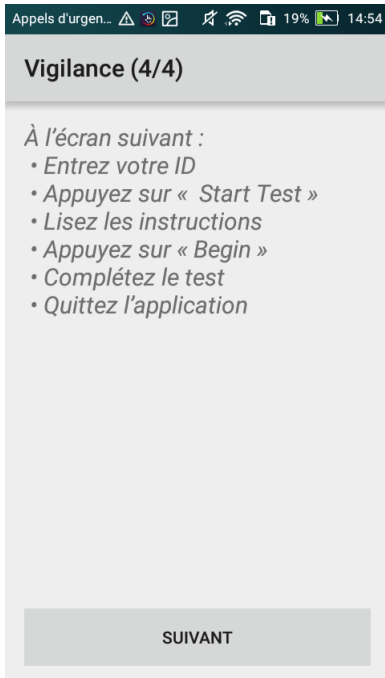
Appels d'urgen... 19% 14:54

Fatigue ressentie (3/4)

Décrivez le plus précisément possible votre état de somnolence. Vous vous sentez :

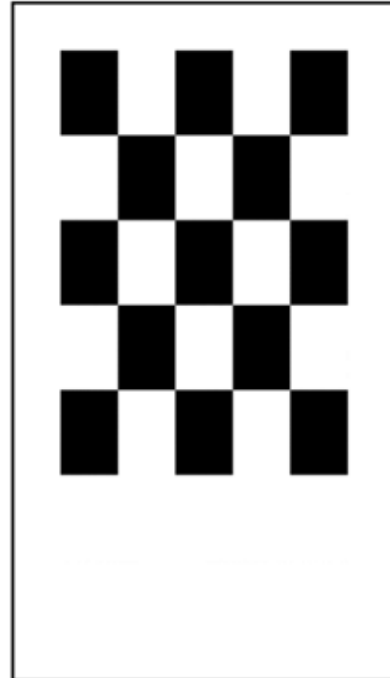
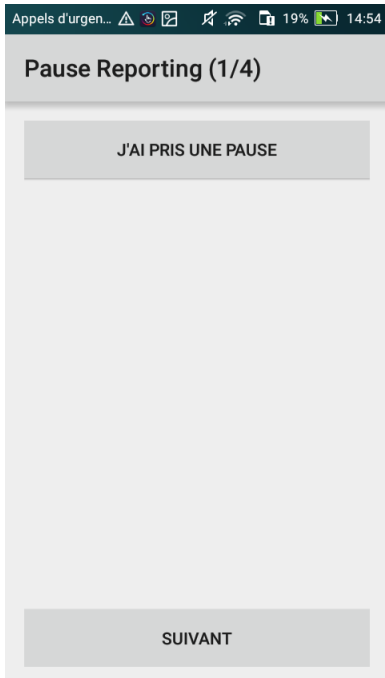
- Très bien éveillé
- Bien éveillé
- Eveillé
- Plutôt éveillé
- Ni éveillé, ni endormi
- Un peu endormi
- Endormi, mais capable de réagir
- Endormi, et peu capable de réagir
- Très endormi, très peu capable de réagir, luttant contre le sommeil

SUIVANT



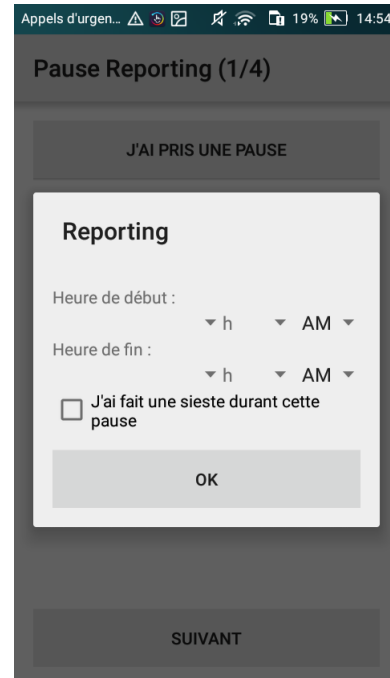
Consignes Psychomotor
Vigilance Task.

Auto-rapport des temps
de pauses/siestes.



Psychomotor Vigilance
Task (stimulus).

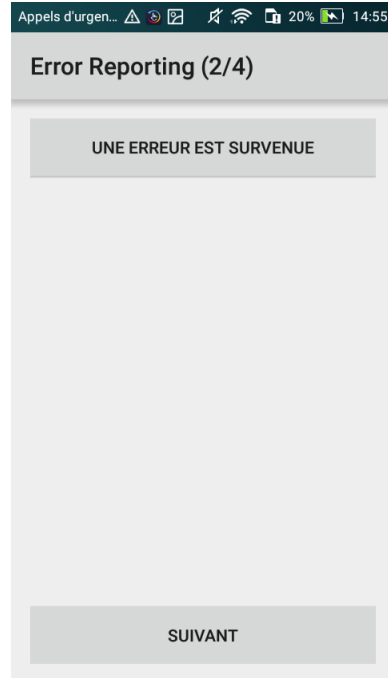
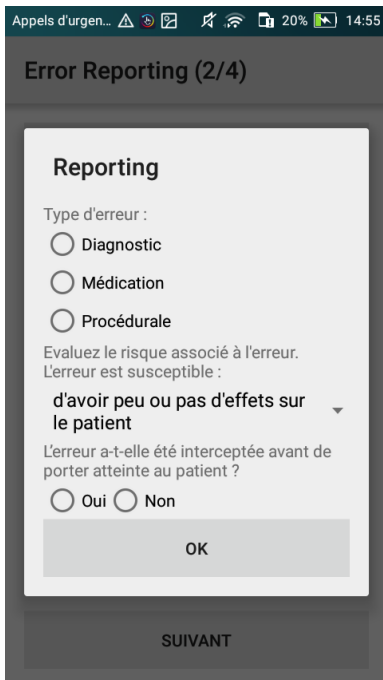
Encodage de la
pause/sieste.





Écran récapitulatif des pauses / siestes.

Encodage des erreurs médicales.



Auto-rapport des erreurs médicales.

Écran récapitulatif des erreurs.



Appels d'urgen... 20% 14:56

Fin de service (1/5)

Compétence clinique :
Bon ▼

Interaction patient :
Acceptable ▼

Organisation et autogestion :
Faible ▼

Coordination des soins :
Très faible ▼

SUIVANT

Échelle d'évaluation de la performance médicale.

Appels d'urgen... 20% 14:56

Fin de service (1/5)

Compétence clinique :
— ▼

Interaction patient :
Très faible
Faible
Acceptable
Bon
Très bon ▼

Organisation et autogestion :
Faible ▼

Coordination des soins :
Très faible ▼

SUIVANT

Modalités de l'échelle d'évaluation.

Annexe C

Maslach Burnout Inventory (HSS-MP)

Comment percevez-vous votre travail ? Etes-vous épuisé(e) ? Quelle est votre capacité à gérer votre relation aux autres ? Où en êtes-vous sur votre degré d'accomplissement personnel ?

Précisez la fréquence à laquelle vous ressentez la description des propositions suivantes en entourant le chiffre correspondant avec :

- 0 = Jamais
- 1 = Quelques fois par an, au moins
- 2 = Une fois par mois au moins
- 3 = Quelques fois par mois
- 4 = Une fois par semaine
- 5 = Quelques fois par semaine
- 6 = Chaque jour

Je me sens émotionnellement vidé(e) par mon travail
Je me sens à bout à la fin de ma journée de travail
Je me sens fatigué(e) lorsque je me lève le matin et que j'ai à affronter une autre journée de travail
Je peux comprendre facilement ce que mes patients ressentent
Je sens que je m'occupe de certains patients de façon impersonnelle, comme s'ils étaient des objets
Travailler avec des gens tout au long de la journée me demande beaucoup d'effort
Je m'occupe très efficacement des problèmes de mes patients
Je sens que je craque à cause de mon travail
J'ai l'impression, à travers mon travail, d'avoir une influence positive sur les gens
Je suis devenu(e) plus insensible aux gens depuis que j'ai ce travail
Je crains que ce travail ne m'endurcisse émotionnellement
Je me sens plein(e) d'énergie
Je me sens frustré(e) par mon travail
Je sens que je travaille « trop dur » dans mon travail
Je ne me soucie pas vraiment de ce qui arrive à certains de mes patients
Travailler en contact direct avec les gens me stresse trop
J'arrive facilement à créer une atmosphère détendue avec mes patients
Je me sens ragillard(e) lorsque dans mon travail j'ai été proche de patients
J'ai accompli beaucoup de choses qui en valent la peine dans ce travail
Je me sens au bout du rouleau
Dans mon travail, je traite les problèmes émotionnels très calmement
J'ai l'impression que mes patients me rendent responsable de certains de leurs problèmes

Annexe D

Données supplémentaires – Étude 3

Fréquence d'utilisation par catégorie de stratégies.

Fatigue Reduction Strategies		I try to anticipate and regroup tasks as much as possible in order to maximize rest time	4,86
		I have an energy drink (coffee, tea, coke, etc.)	4,50
		I take advantage of lull periods to have a non-work related talk with my colleagues	4,05
		I take advantage of lull periods to take the time to eat slowly	4,00
		I try to keep moving as much as possible to stay awake	3,95
	Fatigue reduction	I have a quick snack	3,90
		I take advantage of lull periods to be physically active (running, walking, etc.)	2,60
		I sing, I hum or I think about songs	2,57
		I take advantage of lull periods to take some fresh air and/or to smoke a cigarette	2,50
		I listen to music while doing paperwork to stay awake	1,90
		I take a brief shower or I dampen my face with cold water	1,79
		I have a nap whenever it is possible	1,70
Fatigue Proofing Strategies	Self-regulation	I tend to interact with patient in way that creates a climate of closeness	4,95
		I complete the patient record as and when it comes rather than letting things pile up	4,85
		I engage conversation with the patient on a humorous note	4,75
		I communicate more with my colleagues	4,53
		I strongly focus to avoid any inattention mistakes	4,50
		I do some self-motivation, I tell myself to hold on and that the shift is about to end	4,33
		I focus on one task at a time	4,33
		I use algorithms or other cognitive aids more often	4,10
		I rely more on manuals or databases than my memory	4,05
		I try to vary tasks as much as possible to avoid boredom	3,55
		I write down things I've left to do so I don't forget them	3,00
		I seek moral support from my colleagues	2,95
	I take a brief moment to relieve the tension before interacting with a patient	2,65	
	Task reallocation	I seek instrumental support from my supervisor or colleagues	4,00
		I rely more on experienced nurses for specific tasks they are qualified for	3,35
		I defer secondary goals to colleagues while I take care of the primary goal	2,93
		I defer complex but non-urgent tasks to my colleagues working the following shift	2,50
	Error monitoring	I talk to myself or others about what I've done to make sure I didn't forget anything	4,50
		I double check drug prescriptions and dosage regimen	4,42
		I let nurses know I'm tired so they pay more attention to what I'm doing	3,37
I ask a colleague to double-check what I've done		2,70	

Matrice de corrélation entre les trois dimensions du MBI

	Épuisement émotionnel	Dépersonnalisation	Accomplissement personnel
Épuisement émotionnel	1	-	-
Dépersonnalisation	0,32 (p = 0,10)	1	-
Accomplissement personnel	-0,34 (p = 0,08)	-0,28 (p = 0,14)	1

