



**HAL**  
open science

**Mesure de la charge de travail en situation de travail posté : approche pluridisciplinaire combinant les apports de la psychophysiologie, de la psychologie sociale et de l'ergonomie cognitive.**

Claudine Mélan, Nadine Cascino, Edith Galy, Béatrice Barthe

► **To cite this version:**

Claudine Mélan, Nadine Cascino, Edith Galy, Béatrice Barthe. Mesure de la charge de travail en situation de travail posté : approche pluridisciplinaire combinant les apports de la psychophysiologie, de la psychologie sociale et de l'ergonomie cognitive.. C. Courtet & M. Gollac. Risques du travail, la santé négociée, C. Courtet & M. Gollac (Eds.), La Découverte., Éditions La Découverte, 2012, Risques du travail, la santé négociée. halshs-01612554

**HAL Id: halshs-01612554**

**<https://shs.hal.science/halshs-01612554>**

Submitted on 9 Nov 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Mesure de la charge de travail en situation de travail posté : approche pluridisciplinaire combinant les apports de la psychophysiologie, de la psychologie sociale et de l'ergonomie cognitive**

Claudine Mélan, professeure en neurosciences ; Nadine Cascino, maître de conférences en psychologie sociale ; Edith Galy, maître de conférences en ergonomie cognitive <sup>(\*)</sup> ; Béatrice Barthe, maître de conférences en ergonomie.

« Cognition, Langues, Langage, Ergonomie », « Laboratoire Travail et Cognition », Université Toulouse 2, le Mirail. <sup>(\*)</sup> « Centre de Recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage, et de l'Emotion », Aix-Marseille Université

### **Introduction**

Parmi les salariés qui travaillent à plein temps, environ 17% travaillent à des horaires atypiques, c'est-à-dire à des horaires qui se situent en dehors de la journée de travail habituelle entre 09:00 et 17:00 heures [Costa, 2003], incluant le travail en horaires alternants et/ou le travail de nuit. En France, 29,3% des salariés travaillent habituellement ou occasionnellement en horaires décalés, près d'1/3 d'entre eux travaillant à des horaires de nuit (DARES, 2009). Cette forme d'organisation du travail peut avoir des effets négatifs sur la santé et le bien-être du salarié, se traduisant de manière aigüe par des perturbations des performances et de la vigilance au travail, avec un risque accru d'accidents et d'incidents [Folkard & Tucker, 2003 ; Mélan et al., 2007 ; Galy et al., 2008 ], et de manière chronique par une atteinte de la santé physique et mentale des salariés [Costa, 2003 ; Demerouti et al., 2004]. Ces effets négatifs résultent d'une adaptation bio-psycho-sociale inadéquate par rapport aux exigences temporelles imposées par le travail posté et le travail de nuit [Conway et al., 2008].

Dans une perspective préventive des risques psycho-sociaux chez les salariés postés, nous avons tenté de préciser, grâce à une méthodologie pluridisciplinaire, l'impact de facteurs de nature différente sur la charge de travail mental. « La charge mentale s'organise autour de trois pôles principaux : l'individu, la tâche qu'il doit réaliser et son environnement » [Chanquoy et al., 2007, p. 12]. Ce concept est central dans notre approche dans la mesure où il semble pouvoir refléter l'impact de différents facteurs liés à la situation de travail, qu'ils soient de nature organisationnelle (horaires alternants ; poste travaillés ; moment d'un poste de travail) ou de nature intrinsèque à l'activité de travail (tâche à réaliser ; conditions de leur réalisation). Grâce au développement d'un outil original d'évaluation par les salariés de la charge de travail perçue, nous allons montrer qu'une perturbation de la rythmicité circadienne par les horaires de travail reflète à la fois les modifications de l'évolution sur les 24h de l'état physiologique, fonctionnel, des salariés et les variations de l'activité de travail elle-même.

Les données de la littérature montrent que le travail posté affecte la rythmicité circadienne, en particulier du rythme veille/sommeil, et la santé en raison d'une fatigue chronique et de difficultés de maintien de relations normales aux niveaux familial et social. Rappelons

d'abord que la rythmicité circadienne concerne la plupart de nos fonctions physiologiques et psychologiques, et que l'action additive de deux systèmes endogènes, le système circadien et le système homéostatique, rend compte d'une orientation diurne de nos rythmes, c'est-à-dire, avec un maximum le jour, et un creux nocturne qui s'étend entre 2h et 6h du matin [Folkard & Tucker, 2003]. De manière générale, les performances cognitives sont affectées par trois types de perturbations du rythme veille/sommeil typiquement associées au travail posté : être éveillé pendant la période nocturne, un éveil prolongé et une durée réduite de sommeil [Akerstedt, 2007]. Ainsi, chez des salariés postés, les fonctions psychologiques, incluant les perceptions subjectives et les performances à des tests, la baisse nocturne est nettement accentuée, aussi bien en ce qui concerne leur vigilance [Folkard & Tucker, 2003], que leurs performances dans des épreuves de détection d'un seul signal visuel, de discrimination entre deux signaux visuels et de mémorisation de mots [Galy et al., 2008 ; Galy et al., 2010]. La performance est seulement affectée dans les conditions les plus difficiles de ces épreuves et son évolution au cours des 24h est, dans ce cas, corrélée à celle de la vigilance subjective des opérateurs. Ces résultats révèlent alors que la performance résulte d'une interaction complexe entre la vigilance perçue et la charge mentale de la tâche à réaliser. D'autres travaux montrent qu'une charge mentale de travail élevée, tout comme un effort physique intense [Akerstedt et al., 2004 ; Griffith et al., 2011] décuplent la fatigue, et donc la baisse de vigilance subie par des salariés exposés à ces facteurs au cours du travail la nuit.

Or, des travaux en ergonomie montrent que les personnes travaillant de nuit mettent en œuvre, dans le travail, divers types de régulation, au plan individuel comme au plan collectif, pour faire face aux exigences de leur travail ainsi qu'à la baisse de vigilance et à la fatigue inhérentes à ces horaires (Barthe, Quéinnec, Verdier, 2004 ; Cazabat et al., 2008). Ainsi, Andorre et Quéinnec [1998] ont montré que la fréquence de consultation de pages écran par des opérateurs supervisant un processus dynamique est significativement augmentée la première heure de chaque poste de travail, incluant le poste de nuit, malgré une baisse globale nocturne de l'activité de consultation. Selon ces auteurs, la supervision d'un processus dynamique implique une charge mentale de travail élevée pendant la première phase du poste, qui pourrait masquer le creux nocturne de leurs fonctions psychologiques et physiologiques. Certains aspects relatifs à l'organisation du travail, tels le nombre d'heures écoulées depuis le début d'un poste ou encore l'heure de prise de poste du matin, affectent également la vigilance ou la tension perçue au travail. Ainsi, des contrôleurs aériens rapportent un état de tension significativement augmenté lorsqu'ils sont en poste depuis six heures ou plus, que lorsqu'ils sont en poste depuis seulement quatre heures ou moins [Mélan et al., 2007].

Une altération du rythme veille/sommeil affecte également, à plus long terme, la santé de salariés postés tels qu'en témoignent une fréquence augmentée de troubles neuro-psychiques (fatigue chronique, anxiété, dépression), gastro-intestinaux et cardio-vasculaires [Costa, 2003] et une interférence avec la vie relationnelle, familiale et sociale [Demerouti et al., 2004]. De plus, ce facteur d'organisation du travail interagit avec la perception des caractéristiques de l'environnement de travail, puisque celui-ci est perçu de manière plus défavorable par des salariés postés comparés à des salariés non postés [Parks, 2003 ; Conway et al., 2008]. Selon le modèle « demandes-contrôle » de Theorell et Karasek [1996], un environnement de travail est dit stressant lorsque les demandes psychologiques sont élevées et le contrôle ou latitude

décisionnelle ainsi que le soutien professionnel sont faibles. D'après Siegrist [1996], c'est le déséquilibre entre d'importants efforts fournis (effort mental/physique ou surinvestissement) et de faibles récompenses (salaire, reconnaissance, perspectives professionnelles) qui caractérise un environnement de travail stressant. Les études de terrain basées sur ces modèles théoriques ont montré que la survenue de réactions importantes de tension à la suite d'une perception de l'environnement de travail comme étant stressant est liée à une détérioration de la santé physique et/ou mentale chez ces salariés, et cela plus particulièrement dans des situations de travail impliquant des horaires de travail atypiques [Conway et al., 2008 ; Demerouti et al., 2004].

L'ensemble de ces travaux suggère que le travail de nuit ou posté peut affecter différentes mesures psychologiques, en particulier l'évaluation subjective par les salariés des caractéristiques de l'environnement de travail [Theorell et Karasek, 1996 ; Siegrist, 1996] et l'expression des performances dans des épreuves expérimentales [Galy et al., 2008 ; Mélan et al., 2007], alors même que l'activité de travail réelle peut ne pas être modifiée. Prises ensemble, ces considérations mettent en exergue l'intérêt d'études de terrain adoptant une approche pluridisciplinaire d'un objet d'étude susceptible d'être appréhendé par des méthodologies différentes. L'évaluation de la charge mentale de travail a été retenue ici dans la mesure où elle est déterminée non seulement par les caractéristiques de la tâche elle-même, mais également par l'état général du salarié, et donc aussi par son état fonctionnel, ainsi que par les contraintes liées à l'activité de travail et les conditions dans lesquelles celle-ci est réalisée. La méthodologie pluridisciplinaire a été construite progressivement, au fil de plusieurs études, chacune permettant de développer un outil spécifique et de tester sa validité seule d'abord, avant de mettre en œuvre conjointement les différents outils.

### **Développement d'une méthodologie pluridisciplinaire**

Afin d'éprouver la validité des observations réalisées avec des outils d'évaluation subjective d'une part, et de préciser leur lien avec l'activité réelle de travail, nous avons développé une méthodologie pluridisciplinaire explorant l'impact de facteurs de nature variée sur la charge de travail perçue et effective. Dans un premier temps, il nous a semblé essentiel de montrer que des données mesures subjectives recueillies auprès de salariés travaillant en horaires atypiques sont bien le reflet de leurs capacités et ressources réelles, c'est-à-dire de leur état physiologique, et de la baisse nocturne sensible de celui-ci. Si l'évolution circadienne de notre état physiologique a été finement décrite dans des études contrôlées menées en laboratoire, elle n'a cependant pas fait l'objet d'études réalisées en situation de travail, dans lesquelles des mesures subjectives sont typiquement recueillies. La vérification de cette hypothèse permettrait d'évaluer par la suite l'état fonctionnel d'opérateurs à l'aide des seules mesures subjectives, plus faciles à mettre en œuvre sur le terrain. C'est pourquoi, nous avons recueilli, à intervalles réguliers sur les 24h, des données physiologiques parallèlement à des données subjectives et comparé leur évolution sur la journée de 24h.

Ensuite nous avons développé des outils d'évaluation objective et subjective de la charge mentale de travail. Nous avons, d'une part, mis au point un protocole susceptible d'évaluer la charge mentale dans une épreuve mobilisant des capacités de traitement sollicitées dans de

nombreuses tâches réalisées en situation de travail, et ceci en fonction de la difficulté de la tâche à effectuer et de la pression temporelle imposée lors de sa réalisation. Afin de pouvoir appliquer ce protocole à la problématique du travail à des horaires alternants ou de nuit, nous avons également considéré le niveau de vigilance des volontaires participant à l'étude. D'autre part, nous avons développé un questionnaire spécifique de perception, sur le moment, des conditions de travail, susceptible d'être complété parallèlement aux recueils de mesures psychologiques et physiologiques, et cela plusieurs fois sur chaque poste de travail. Par ailleurs, dans une approche ergonomique de la situation de travail, nous avons relevé des éléments de l'activité de travail des opérateurs à partir de grilles d'observation.

L'ensemble de ces outils et méthodes psychophysiological, psychosociale, cognitive et ergonomique, a été conjugué dans une étude de terrain réalisée auprès de contrôleurs de satellites travaillant en horaires postés, pour préciser les facteurs qui contribuent à la charge mentale de travail dans cette situation.

### **Des indicateurs subjectifs reflètent-ils l'état fonctionnel de salariés en situation de travail ?**

Afin de déterminer spécifiquement si l'évolution de paramètres psychologiques, classiquement recueillis auprès d'opérateurs en situation de travail, reflètent réellement les rythmes biologiques en situation de travail, des paramètres psychophysiological (fréquence cardiaque, température corporelle) et psychologiques (vigilance subjective, tension perçue) ont été évalués parallèlement auprès de 15 opérateurs de satellites. Ils travaillaient en horaires postés selon des rotations rapides en avant de trois postes d'une durée de 8+/-1h, débutant respectivement à 6, 14 et 22 h. Les mesures ont été effectuées à trois reprises sur chaque poste de travail : une heure après le début, en milieu et une heure avant la fin du poste. A chacun des neuf points horaires ainsi définis, la température sublinguale a été mesurée et les opérateurs ont répondu à un questionnaire de 20 adjectifs permettant de calculer un indice de vigilance et un indice de tension subjectifs [Thayer, 1986]. La fréquence cardiaque, enregistrée de manière continue sur chacun des postes de travail grâce à un cardio-fréquence-mètre, a été moyennée sur les 15 min précédent et suivant le moment d'enregistrement des autres données.

Les résultats [Cariou et al., 2008] confirment le maintien, en situation de travail, de la rythmicité circadienne de certains paramètres physiologiques (température sublinguale) et psychologiques (vigilance subjective), suggérant une forte dépendance de ces paramètres aux systèmes de régulation endogène dans les situations de travail posté [Folkard et al., 1999]. Alors que ce premier résultat permettrait d'étendre à des observations de terrain les modèles théoriques de la rythmicité des fonctions élaborées à partir d'études contrôlées en laboratoire, la seconde partie des résultats va à l'encontre de ces modèles. En effet, les autres paramètres étudiés ici, la tension perçue par les opérateurs et leur fréquence cardiaque (Figure 1), n'évoluent pas selon une courbe circadienne typique, mais sont au contraire, significativement plus élevés la première heure de chacun des trois postes comparés au temps restant du poste.

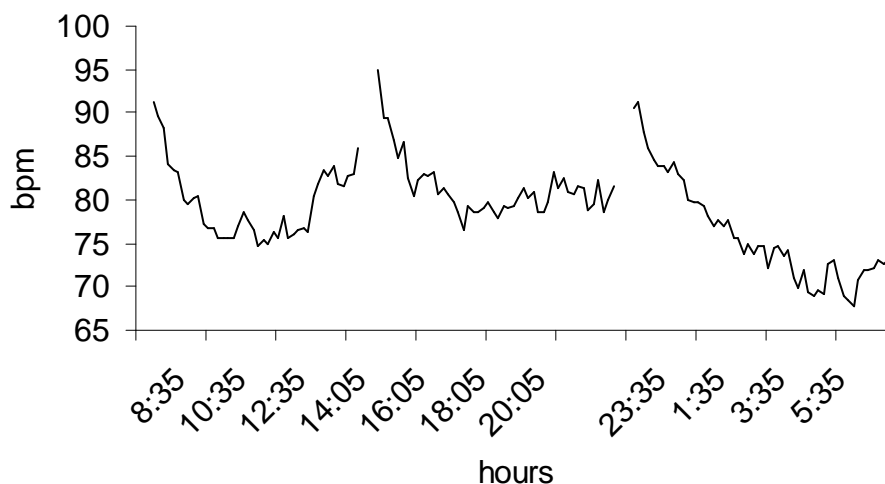


Figure 1 : Fréquence cardiaque moyenne (battements par minute) chez des contrôleurs de satellites lors des postes du matin, de l'après-midi et de la nuit (Extrait de Cariou, Galy, Mélan, 2008).

Or, plusieurs études de simulation, notamment du trafic aérien [Averty et al., 2004 ; Brookings et al., 1996], ont révélé que la fréquence cardiaque est augmentée par une hausse de la charge mentale associée à la résolution d'une tâche. A la lumière de ces travaux, et compte tenu de la nature des tâches que les contrôleurs ont à réaliser, nous avons interprété la hausse de la fréquence cardiaque et de la tension subjective en début de poste par l'existence d'une charge mentale plus importante lors de la prise en main du processus dynamique [Cariou et al., 2008]. Cette charge de travail plus importante en début de poste témoigne de l'élaboration de ce que les anglo-saxons appellent la « situation awareness » [Endsley, 1995] et de la planification des opérations à réaliser en cours de poste [Andorre-Gruet & Queinnec., 1998].

### **Charge mentale : mesures objectives et mesures subjectives**

La notion de charge mentale, d'emblée complexe en raison du nombre de déterminants qui y contribuent, est par ailleurs difficile à opérationnaliser [Chanquoy et al., 2007]. En effet, des indicateurs variés ont été décrits pour mesurer la charge mentale dans la littérature : indicateurs subjectifs (questionnaires comme la NASA-TLX), indicateurs de performance (latence et exactitude de réponse dans une tâche expérimentale) et psychophysiologiques (fréquence cardiaque, potentiels évoqués...). Un important débat oppose le recours à des indicateurs subjectifs comme révélant la manière dont le sujet perçoit la charge d'une tâche, à des indicateurs objectifs (de performance et psychophysiologiques), fiables et susceptibles d'être mesurés en continu [pour une revue récente, voire Galy et al., in press]. Dans ce contexte, nous avons alors développé successivement deux outils spécifiques d'évaluation objective et subjective de la charge mentale et éprouvé ensuite leur pertinence respective en situation de travail.

Une épreuve expérimentale a été développée pour évaluer l'influence de certaines caractéristiques d'une tâche – difficulté et pression temporelle - qui sont mises en œuvre dans de nombreuses situations de travail. Pour cela, nous nous sommes basés sur la théorie de la charge mentale de Sweller [1988] qui distingue trois types de charge mentale ou cognitive : la

charge intrinsèque (déterminée, entre autres, par la difficulté et le nombre des items à traiter), la charge extrinsèque induite par la situation de travail et ses caractéristiques (notamment bruit ambiant et pression temporelle imposée lors de la réalisation de la tâche), et la charge dite « essentielle » qui permet la mise en place de stratégies adaptées et de ressources de traitement essentielles à la réalisation de la tâche. L'hypothèse d'une interaction additive entre des facteurs déterminant chacune de ces formes de charge a été mise à l'épreuve en manipulant respectivement la difficulté d'une tâche (ajouter un nombre à un ou à deux chiffres), la pression temporelle lors de la réalisation de cette tâche de calcul mental (5 ou 10 s) et l'heure de passation (vigilance faible ou élevée).

L'analyse de mesures objectives (performance et fréquence cardiaque différentielle) et subjectives (questionnaire sur la difficulté, la pression temporelle et la tension perçues) recueillies auprès de 34 volontaires confirme en effet une interaction additive de la difficulté de la tâche et de la pression temporelle durant la réalisation de celle-ci, ainsi qu'une modulation par l'état de vigilance des sujets. En effet, les facteurs de charge intrinsèque et extrinsèque affectent les performances des sujets lorsque leur vigilance est faible, alors que cet effet est absent lorsque leur vigilance est élevée [Galy et al., in press ; Figure 2]. Les résultats nuancés de cette étude soulignent la pertinence d'une approche contrôlée de la notion charge mentale, même si cette approche ne prend que marginalement en considération les conditions de travail réelles.

Nous nous sommes inspirés de cette catégorisation en trois dimensions des caractéristiques de l'environnement de travail, pour la traduire, dans une temporalité, tout à fait différente de celle utilisée classiquement. En effet, compte tenu des résultats précédents [Mélan et al., 2007 ; Cariou et al., 2008], nous souhaitons évaluer la perception de l'environnement de travail par les salariés selon le poste qu'ils effectuent précisément (poste du matin, de l'après-midi ou de la nuit), voire selon le moment considéré d'un même poste de travail (début, milieu ou fin de poste). Rappelons que nous projetions de rapprocher les données de perception de l'environnement de travail des mesures de la rythmicité circadienne des fonctions physiologiques et psychologiques recueillies parallèlement en cours d'un poste de travail, de même que de l'activité de travail elle-même. C'est pourquoi nous avons construit un questionnaire permettant d'appréhender spécifiquement sur le moment l'appréciation des conditions de travail et de cela de manière répétée lors de différents moments, contrairement aux questionnaires susmentionnés, complétés qu'une seule fois par les salariés et apportant une appréciation globale des conditions de travail.

Afin de mieux appréhender l'impact des caractéristiques de l'environnement de travail sur la charge mentale de travail, nous avons mis au point un questionnaire exhaustif, évaluant différentes dimensions de l'environnement de travail. Les deux principaux modèles de la littérature qui s'intéressent à la perception des caractéristiques de l'environnement de travail, évoqués en introduction, modélisent les risques psychosociaux c'est-à-dire les interactions à moyen ou long termes entre la perception par les salariés de leur environnement de travail et leur santé [Theorell & Karasek, 1996 ; Siegrist, 1996]. La validité de ces modèles théoriques a été testée dans de nombreuses situations de travail à l'aide de questionnaires qui évaluent différentes dimensions caractérisant les conditions de travail. Ces dimensions correspondent dans le modèle « demandes-contrôle » aux demandes (psychologiques et physiques), au contrôle (autonomie et expression des compétences), et au soutien professionnel (des supérieurs

et des collègues). « Les demandes psychologiques professionnelles, mesurant la charge mentale de travail et les demandes de vigilance (mais pas les demandes physiques), incluent des demandes qualitatives aussi bien que quantitatives, des charges mentales (work loads) et des demandes d'interactions interpersonnelles » [Theorell & Karasek, 1996, p.10].

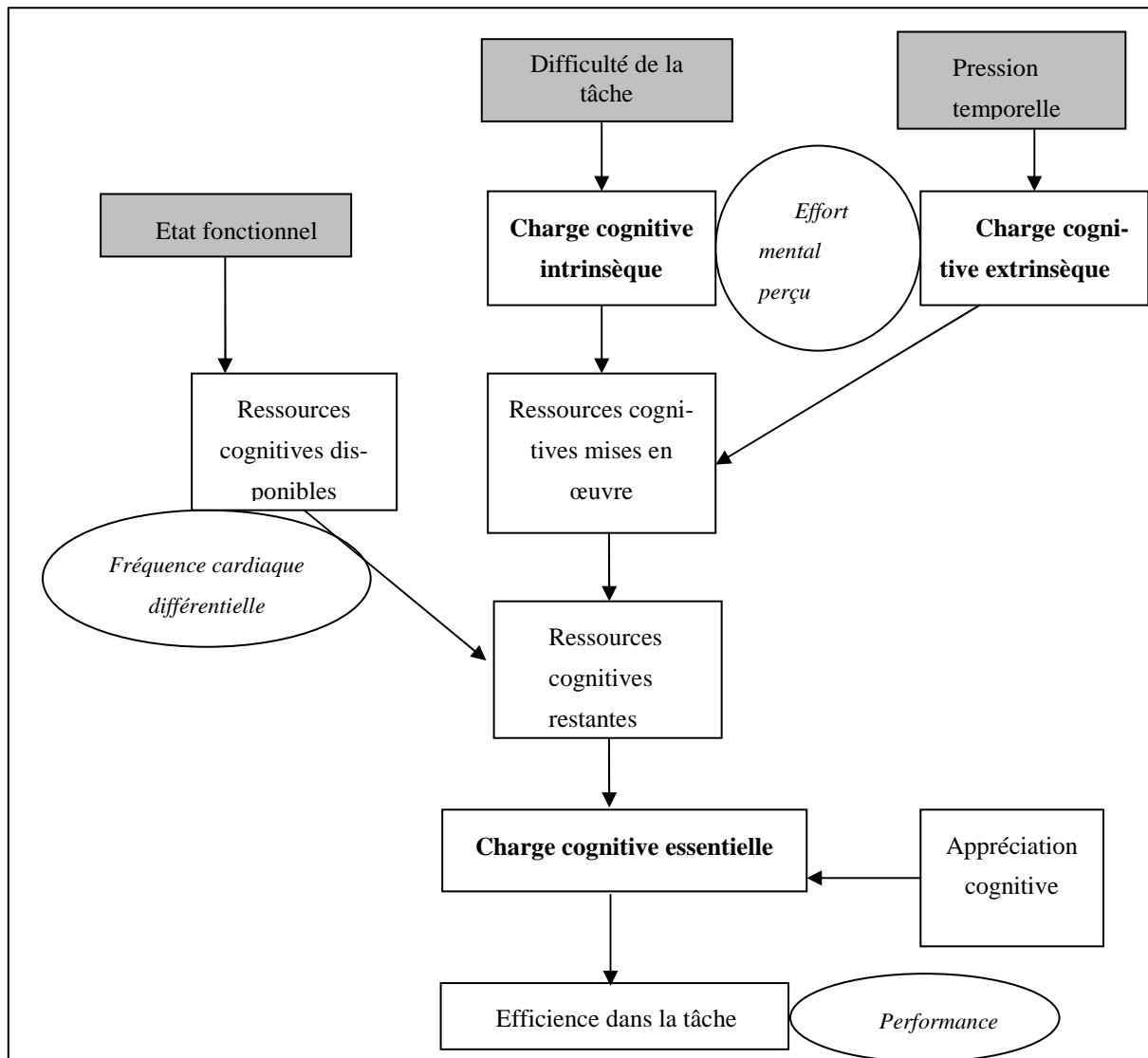


Figure 2 : Graphique représentant les relations entre catégories de charge mentale et facteurs de charge (extrait de Galy, Cariou, & Mélan, in press).

Une première étude a été réalisée auprès de personnels hospitaliers (n=117) afin d'évaluer si les demandes psychologiques ou la charge mentale de travail varient selon le poste travaillé (poste de matin, après-midi, jour, nuit) et la phase du poste de travail (une heure après le début, en milieu ou une heure avant la fin du poste), au-delà des horaires de travail (horaires fixes de jour ou de nuit, rotation de deux ou de trois postes). Nous avons également considéré le statut professionnel des personnels puisque le statut occupé détermine, en partie, les horaires de travail (infirmières et aide soignantes alternent généralement plusieurs postes de travail contrairement notamment aux cadres et techniciens de laboratoires) et que les déterminants professionnels du stress varient dans de nombreuses situations professionnelles selon le



statut [Roquelaure et al., 2007]. De manière plus spécifique, chez les infirmières les conditions de travail semblent particulièrement propices au stress et à des conséquences potentielles sur la santé, mais dont la gravité diffère selon le degré de contrôle perçu dans leur travail [McNeely, 2005]. Des analyses de l'activité de travail d'infirmières ont révélé qu'un stress perçu élevé est associé à une dépense physique réduite, suggérant que les infirmières pourraient limiter les aspects physiques du travail pour réguler leur activité à des moments particulièrement chargés [Cazabat et al., 2008].

L'étude a montré [Cascino et al., 2011] que les perceptions de l'environnement de travail évoluent au cours d'un même poste de travail, mais que seule la perception des demandes physiques augmente en cours de poste de travail, indiquant l'importance de cette dimension, à côté de celle des demandes psychologiques [Devereux et al., 2002 ; Bongers et al., 2006], pour mieux saisir la perception de la charge de travail et ses variations au cours du poste mais aussi en fonction du poste travaillé et des horaires habituels de travail, du moins chez des personnels hospitaliers. Ensuite, l'évolution de la perception des demandes au cours du poste, mais également du contrôle et du soutien social, est modulée par une interaction entre les caractéristiques organisationnelles (alternance ; poste travaillé) et le statut des personnels, renforçant en cela les conclusions d'autres travaux qui mettent en avant la situation particulièrement critique des personnels moins qualifiés [McNeely, 2005 ; Roquelaure et al., 2007].

Les trois principales dimensions caractérisant l'environnement de travail se combinent de deux manières différentes selon le poste travaillé, et ce de manière cohérente si l'on tient compte de la catégorie de personnels principalement concernée par ces horaires de travail. Sur le poste de jour, des demandes perçues plus faibles, associées à une autonomie plus élevée et un soutien social faible, s'entendent si l'on considère que ce type de poste est principalement assuré par les cadres infirmiers, peu nombreux dans un service pour proposer une entre-aide. Sur le poste de nuit, des demandes perçues faibles, associées à un niveau d'autonomie perçue élevée sont combinées à la perception d'un soutien élevé par les collègues, probablement parce que ce poste est occupé principalement par les infirmières. Si cette interprétation est juste, alors on peut penser que la situation de tension des infirmières, décrite ci-dessus, est probablement modulée pendant le poste de nuit par le soutien des collègues. Cela expliquerait alors l'absence d'un effet massif du poste de nuit sur la perception de l'environnement de travail, décrit dans la littérature [Folkard & Tucker, 2003 ; Akerstedt et al., 2004], et met en avant les stratégies de régulation de l'activité sur ce poste chez des personnels hospitaliers [Cazabat et al., 2008].

Finalement, l'évolution de la perception de la charge de travail perçue au cours du poste diffère dans cette étude par rapport à celles rapportées dans d'autres situations de travail, notamment de supervision d'un processus dynamique [Cariou et al., 2008 ; Andorre & Queinsec, 1998], probablement en raison de l'activité de travail elle-même. En effet, tandis qu'une activité de supervision accrue caractérise la première heure du poste chez des opérateurs en charge d'un processus dynamique, la planification de tâches spécifiques (soins, repas, médication) augmente la charge de travail perçue en fin de poste chez le personnel hospitalier. En l'absence de généralisation possible entre secteurs professionnels, tel que le suggère également Siegrist [2010], c'est auprès d'une même population ou d'une même entreprise ou organisation qu'il conviendra d'utiliser des indicateurs objectifs de charge de travail, conjointe-

ment à des indicateurs subjectifs afin de tester l'hypothèse d'un lien avec la fatigue mentale, ou de la vigilance, proposée par Akerstedt et al. [2004].

### **Relations entre la charge de travail perçue, l'activité de travail effective et l'état physiologique d'opérateurs travaillant en horaires alternants**

Afin d'éprouver conjointement l'impact de facteurs de nature différente sur la charge mentale perçue en situation de travail, nous avons combiné les différentes méthodologies mises au point et éprouvées dans les études décrites dans les paragraphes précédents. Eu égard aux spécificités de la perception de l'environnement de travail selon le secteur et la situation professionnels concernés, ainsi qu'à l'impact du statut professionnel (voire notamment l'étude réalisée auprès de personnels hospitaliers), nous avons choisi de travailler sur une population ayant le même statut, et travaillant dans une situation de contrôle de processus (contrôle de satellites). Cette situation, caractérisée par le traitement d'un grand nombre d'informations, nécessitant une importante conscience de la situation et une anticipation la plus précise possible de l'état futur du système et des actions à entreprendre [Endsley, 1995], semble se prêter particulièrement bien pour étudier la charge mentale de travail. Dans une revue de questions sur le lien entre fatigue et sécurité, Williamson et al. [2011] font état de l'impact de la charge de travail sur la vigilance et la fatigue physique et mentale des opérateurs. Ces auteurs constatent qu'une charge de travail trop élevée, aussi bien qu'une charge de travail trop faible, peuvent affecter la vigilance et la fatigue ressenties. Ainsi, des tâches monotones et un manque de stimulation la nuit sont associées fréquemment à des accidents [Flatley et al. 2004 ; Stutts et al., 2005], de même qu'une activité de travail caractérisée par une charge mentale de travail trop élevée [Chiron et al., 2008]. Celle-ci a été évaluée, d'une part, par les questionnaires décrits précédemment, afin d'avoir une estimation subjective précise de la charge de travail perçue, au-delà d'une estimation précise plus globale des dimensions « demandes », « contrôle » et « soutien social ». D'autre part, l'activité réelle de travail a été analysée à partir d'observations effectuées en continu les jours de passation des questionnaires. Ces observations ont permis de relever le nombre d'évènements traités par les opérateurs, le nombre de tâches effectuées, ainsi que le nombre de communications qu'ils ont eues avec des collègues ou des supérieurs sur site ou à distance. La somme de ces mesures a permis d'établir un indice de la charge de travail effective. De plus, parallèlement à la passation des questionnaires, les opérateurs ont complété une liste d'adjectifs [Thayer, 1986] permettant d'établir un indice de vigilance et un indice de tension perçue. L'indice de vigilance est utilisé comme indicateur de l'état fonctionnel des opérateurs, dans la mesure où une étude préalable avait montré sa très forte corrélation avec la température corporelle, indicateur-type de l'état fonctionnel d'un sujet [Cariou et al., 2008].

Grâce à des analyses de régression, nous avons d'abord étudié l'effet du poste occupé (matin, après-midi, soir, nuit ; facteur relevant de la composante circadienne), du moment du poste (début, milieu, fin) et de l'activité de travail réelle (facteurs relevant de l'activité et des conditions de travail) sur le niveau de vigilance et le niveau de tension des opérateurs (Figure 3). Dans un second temps, nous avons regardé l'effet de ces facteurs ainsi que du niveau de vigilance et de tension sur différentes dimensions de la charge de travail subjective (demande

physique, demande psychologique, interférence travail/hors-travail, soutien social, latitude décisionnelle et ressources disponibles).

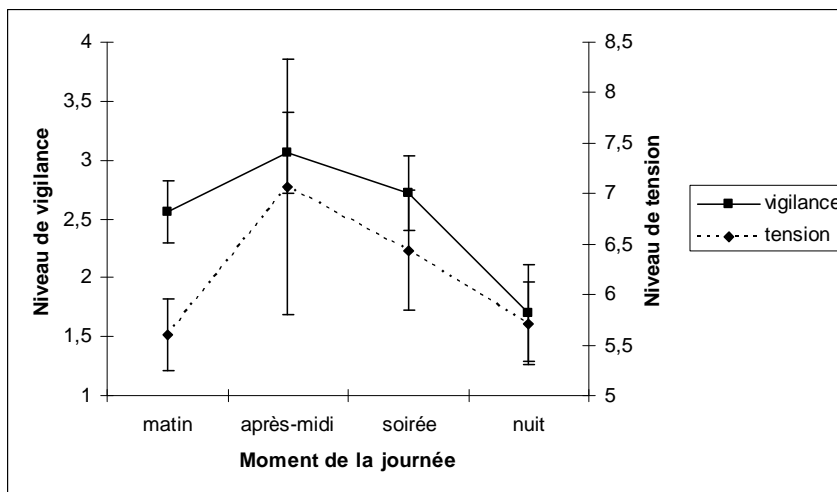


Figure 3 : Indices moyens de vigilance et de tension perçue par des contrôleurs de satellites (n=8) lors des différents postes de travail.

Les résultats montrent un effet significatif du poste sur le niveau de vigilance ( $F(3,26)=3,84$  ;  $p=0,021$ ), suggérant une évolution classique de la vigilance caractérisée par un maximum l'après-midi et un creux nocturne. Le niveau de tension est modulé par une interaction entre le poste et l'activité de travail ( $F(5,30)=5,36$  ;  $p=0,001$ ), indiquant un effet de la charge de travail réelle seulement lors du poste du soir, et un effet du poste seulement lorsque la charge de travail réelle est élevée. Ainsi, le niveau de vigilance serait essentiellement sensible à des facteurs circadiens, alors que le niveau de tension serait sensible à la fois aux facteurs endogènes et aux conditions de travail (poste travaillé et charge de travail effective).

L'analyse des effets des indicateurs de charge de travail effective révèle un effet significatif du nombre de collaborations ( $\beta=0,54$  ;  $p=0,001$ ) et du niveau de tension ( $\beta=0,27$  ;  $p=0,014$ ) sur la demande psychologique. Ainsi, la demande psychologique est d'autant plus élevée que le nombre de collaborations et le niveau de tension sont élevés. De plus, un effet significatif du poste travaillé sur le soutien social ( $\beta=-0,35$ ,  $p=0,005$ ) indique un soutien social perçu plus élevé sur les postes de jour que de nuit. Enfin, des effets du poste ( $\beta=-0,28$ ,  $p=0,012$ ), du niveau de vigilance ( $\beta=-0,47$  ;  $p=0,012$ ) et du niveau de tension ( $\beta=-0,23$  ;  $p=0,041$ ) sur la perception des ressources disponibles, suggèrent que celle-ci diminue lors du poste de nuit, quand le niveau de vigilance est faible et que le niveau de tension est élevé.

L'observation que seule la demande psychologique (et non la demande physique) est affectée par les facteurs étudiés ici est probablement à mettre en relation avec la nature de l'activité de travail, essentiellement mentale, des contrôleurs de satellites. L'estimation de cette charge de travail mental est influencée à la fois par l'activité réelle et par l'état physiologique de l'opérateur. Par ailleurs, le poste de nuit semble se distinguer des postes sur la journée par un faible soutien social et une baisse des ressources disponibles. C'est également lors de ce poste que le niveau de tension est le plus élevé, et le niveau de vigilance le plus faible, en particulier lorsque la charge de travail réelle est importante. Ce résultat va dans le sens du modèle d'activation de Thayer [1986] qui suggère une corrélation négative entre les deux dimensions subjectives dans des conditions stressantes. Ainsi, une diminution de la vigilance pourrait être

compensée par une augmentation de la tension afin d'assurer le maintien d'un certain niveau d'activation nerveuse et de performances. De manière générale, la nuit, les opérateurs auraient tendance à supporter plus difficilement une charge de travail accrue et cela compte tenu de leur état physiologique et de la perception des caractéristiques de l'environnement de travail spécifiques à ce poste.

### **Conclusion**

Cet ensemble d'études a permis de définir et d'opérationnaliser différents déterminants de la charge de travail, plus spécifiquement chez des opérateurs postés, qui doivent faire face à de fortes contraintes liées à l'organisation des horaires de travail (horaires alternants, travail de nuit) en plus des contraintes propres à leur activité de travail. Grâce à une approche combinant des apports théoriques et méthodologiques de la psychologie sociale, de la psychologie cognitive, de la chronobiologie et de l'ergonomie, l'évolution de la charge de travail perçue au cours des 24h a pu être étudiée finement. Des interactions complexes entre des facteurs individuels, collectifs et organisationnels contribuent à définir la charge mentale de travailleurs dans la situation de contrôle de processus étudiée. Clairement, si ces déterminants semblent présents dans différentes situations de travail, leur combinaison est unique dans chacune d'elles. Ainsi, dans une situation de travail centrée sur la supervision d'un processus, l'évolution, en fonction des facteurs liés aux horaires de travail, de la charge mentale perçue diffère sensiblement de celle observée chez des personnels hospitaliers, probablement en raison de la nature de l'activité considérée. La prise en considération du statut professionnel a révélé de fortes différences dans la perception des caractéristiques de l'environnement de travail indiquant, qu'au-delà d'une absence de généralisations entre situations de travail, l'activité de travail spécifiquement réalisée dans une telle situation semble être un facteur essentiel, du moins lors d'une appréciation subjective de la charge de travail, plus particulièrement en ce qui concerne l'impact des demandes respectivement physiques et psychologiques du travail. En revanche, la méthodologie développée ici semble pouvoir être adaptée à différentes situations professionnelles pour appréhender différents aspects de l'organisation des tâches au cours d'un poste de travail donné et entre les postes de travail et de proposer ainsi des pistes pour améliorer la qualité du travail et la santé des salariés, et cela de manière spécifique selon l'activité de travail considérée.

### **Bibliographie**

AKERSTEDT T. (2007), "Altered sleep/wake patterns and mental performance", *Physiology and Behavior*, n° 90, 209-218.

AKERSTEDT T., KNUTSSON A., WESTERHOLM P., THEORELL T., ALFREDSSON L., KECLUND G.J. (2004), "Mental fatigue, work and sleep", *Psychosomatic research*, n° 57, p. 427-433.

ANDORRE V., QUÉINNEC Y. (1998), "Changes in supervisory activity of a continuous proc during night and day shifts", *International Journal of Industrial Ergonomics*, n° 21, p. 179-186.

AVERTY P., COLLET C., DITTMAR A., ATHENES S., VERNET-MAURY E. (2004), "Mental work-

load in air traffic control: an index constructed from field tests”, *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, n° 75, p. 333-341. BARTHE B.,

QUÉINNEC Y., VERDIER, F. (2004), « L’analyse de l’activité de travail en postes de nuit : bilan de 25 ans de recherches et perspectives », *Le Travail Humain*, 67,1, 41-61.

BONGERS P.M., IJMKER S., VAN DEN HEUVEL S., BLATTER B.M. (2006), “Epidemiology of work related neck and upper limb problems: psychosocial and personal risk factors (part I) and effective interventions from a bio behavioural perspective (part II)”, *Journal of Occupational Rehabilitation*, n° 16, p. 279-302.

BROOKINGS J.B., WILSON G.F., SWAIN C.R. (1996), “ Psychophysiological responses to changes in workload during simulated air traffic control”, *Biological Psychology*, n° 42, p. 361-377.

BUÉ J., COUTROT T. (2009), « Horaires atypiques et contraintes dans le travail. *Premières Synthèses Premières Informations* », DARES, Mai 2009, p. 22.2

CARIOU M., GALY E., MÉLAN C. (2008), “Differential 24-h variations of alertness and subjective tension in process controllers: investigation of a relationship with body temperature and heart rate”, *Chronobiology International*, n° 25, p. 597-609.

CASCINO N., GALY E., MÉLAN C., (2011), « Perception des caractéristiques de l’environnement de travail en fonction des horaires de travail et du poste de travail chez du personnel hospitalier », *Colloque de Psychologie Ergonomique* (Metz, 5-7 septembre 2011).

CAZABAT S., BARTHE B., CASCINO N. (2008), « Charge de travail et stress professionnel : deux facettes d’une même réalité ? Etude exploratoire dans un service de gérontologie ». *PISTES*, n° 10, <http://www.pistes.uquam.ca>.

CHANQUOY L., TRICOT A., SWELLER J. (2007), “La charge cognitive, théorie et applications”, Ed. Armand Colin, Paris.

CHIRON, M., BERNARD, M., LAFONT, S., LAGARDE, E. (2008), “Tiring job and work related injury road crashes in the GAZEL cohort”, *Accident Analysis and Prevention*, n°40, p.1096-1104.

CONWAY P.M., CAMPANINI P., SARTORIS., DOTTI R., COSTA G. (2008), “Main and interactive effects of shiftwork, age, and work stress on health in an Italian sample of healthcare workers”, *Applied Ergonomics*, n°39, p. 630-639.

COSTA G. (2003), “Shift work and occupational medicine: an overview”, *Occupational Medicine*, n° 53, p. 83-88.

DEMEROUTI E., GEURTS S.A.E., BAKKER A.B., EUWEMA M. (2004), “The impact of shiftwork on work-home conflict, job attitudes and health”, *Ergonomics*, n° 47, p. 987-1002

DEVEREUX J., VLACHONIKOLIS I., BUCKLE P. (2002), “Epidemiological study to investigate potential interaction between physical and psychosocial factors at work that may increase the risk of symptoms of musculoskeletal disorder of the neck and upper limb”, *Occupational and Environmental Medicine*, n°59, p. 269–277.

ENDSLEY, M. R. (1995), “Automation and situation awareness”, In R. Parasuraman & M. Mouloua (Eds.), *Automation and human performance: Theory and applications*, pp. 163-181.

FOLKARD S., TUCKER P. (2003), “Shiftwork, safety and productivity”, *Occupational Medicine*, n°53, p. 95-101.

FOLKARD S., AKERSTEDT T., MACDONALD I., TUCKER P., SPENCER M.B. (1999), “Beyond the three-process model of alertness: Estimating phase, time on shift, and successive night effects”, *Journal of Biological Rhythms*, n° 14, p.577-587.

GALY E, CARIOU M., MÉLAN C. (in press). “What is the relationship between mental workload factors and cognitive load types? ”, *International Journal of Psychophysiology*.

GALY E, MÉLAN C, CARIOU M. (2008), “Investigation of task performance variations according to task requirements and alertness across the 24-h day in shift-workers”, *Ergonomics*, n° 51, p.1338-51.

GALY E., MÉLAN C., CARIOU M. (2010), “Investigation of ATCs' response strategies in a free recall task: what makes auditory recall superior to visual recall? ” *International Journal of Aviation Psychology*, n° 20, p. 295-307.

MCNEELY E. (2005), “The consequences of job stress for nurses' health: time for a check-up”, *Nurse Outlook*, n° 53, p. 291-299.

MÉLAN C., GALY E., CARIOU M. (2007), “Mnemonic Processing in Air Traffic Controllers (ATCs): Effects of Task Parameters and Work Organization”, *International Journal of Aviation Psychology*, n° 17, p. 391-409.

Parks K.R. (2003), “Shiftwork and environment as interactive predictors of work perceptions”, *Journal of Occupational Health Psychology*, n° 8, p. 266-281.

ROQUELAURE Y., HA C., GOHIER B ., DANO C., TOURANCHET A., LECLERC A., IMBERNON E., GOLDBERG M. (2007), “ Exposure to psychosocial stressors at work in the Pays de la Loire region in 2002”, *Encéphale*, n° 33, p. 160-168.

SIEGRIST, J. (1996), “Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions”, *Journal of Occupational Health Psychology*, n° 1, p. 27-41.

SIEGRIST J. (2010), « Effort-reward imbalance at work and cardiovascular diseases”, *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, n° 23, p. 279-285.

STUTTS J., KNIPLING R., PFEFER R. NEUMAN T.R., SLACK K.L., HARDY K.K. (2005), “Guidance for implementation of the AASHTO strategic highway safety plan: A guide for reducing crashes involving drowsy and distracted drivers”, *NCHRP Rep. n° 500-14*. Washington, DC: Transportation Research Board.

SWELLER J. (1988), "Cognitive load during problem solving: Effects on learning", *Cognitive Science*, n° 12, p. 257–285.

TEPAS D.I., CARVALHAIS A.B. (1990), “Sleep patterns of shiftworkers”, *Occupational Medicine*, n° 5, p.199-208.

THAYER R. E. (1986), “The activation-deactivation adjective check list: current overview and structural analysis”, *Psychological Reports*, n°58, p.607-614.

THEORELL T, KARASEK R. (1996), “Current issues relating to psychosocial job strain and cardiovascular disease research”, *Journal of Occupational Health Psychology*, n° 1, p. 9-26.

WILLIAMSON A., LOMBARDI D.A., FOLKARD S., STUTTS J., COURTNEY T.K., CONNOR J.L. (2011), “The link between fatigue and safety”, *Accident Analysis and Prevention*, n°43, p.498-515.