

2010

## Les horaires rotatifs chez les policiers : étude des approches préventives complémentaires de réduction de la fatigue

Diane B. Boivin

*Centre d'étude et de traitement des rythmes circadiens, Institut universitaire en santé mentale Douglas, McGill University*

Geneviève M. Tremblay

*Centre d'étude et de traitement des rythmes circadiens, Institut universitaire en santé mentale Douglas, McGill University*

Philippe Boudreau

*Centre d'étude et de traitement des rythmes circadiens, Institut universitaire en santé mentale Douglas, McGill University*

Suivez ce contenu et d'autres travaux à l'adresse suivante: <https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique>

---

### Citation recommandée

Boivin, D. B., Tremblay, G. M. et Boudreau, P. (2010). *Les horaires rotatifs chez les policiers : étude sur des approches préventives complémentaires de réduction de la fatigue* (Rapport n° R-659). IRSST.

Ce document vous est proposé en libre accès et gratuitement par PhareSST. Il a été accepté pour inclusion dans Rapports de recherche scientifique par un administrateur autorisé de PhareSST. Pour plus d'informations, veuillez contacter [pharesst@irsst.qc.ca](mailto:pharesst@irsst.qc.ca).

Contexte de travail et SST

# Études et recherches

RAPPORT R-659



## **Les horaires rotatifs chez les policiers** **Étude des approches préventives complémentaires** **de réduction de la fatigue**

*Diane B. Boivin  
Geneviève M. Tremblay  
Philippe Boudreau*



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

## NOS RECHERCHES *travaillent pour vous !*

### Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

### Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine Prévention au travail, publié conjointement par l'Institut et la CSST. Abonnement : 1-877-221-7046

### Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales  
2010  
ISBN : 978-2-89631-484-3 (version imprimée)  
ISBN : 978-2-89631-485-0 (PDF)  
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications  
505, boul. De Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : 514 288-1551  
Télécopieur : 514 288-7636  
[publications@irsst.qc.ca](mailto:publications@irsst.qc.ca)  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche Robert-Sauvé  
en santé et en sécurité du travail,  
août 2010



Contexte de travail et SST

# Études et recherches

■ RAPPORT R-659

## Les horaires rotatifs chez les policiers Étude des approches préventives complémentaires de réduction de la fatigue

### Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

*Diane B. Boivin, Geneviève M. Tremblay et Philippe Boudreau  
Centre d'étude et de traitement des rythmes circadiens  
Institut universitaire en santé mentale Douglas  
Département de Psychiatrie, Université McGill*

Cliquez recherche  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)



Cette publication est disponible  
en version PDF  
sur le site Web de l'IRSST.

**CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST**

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document  
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

## REMERCIEMENTS

### **Nous voudrions remercier chaleureusement...**

Les policiers du Service de police de la ville de Montréal (SPVM) et du Service de police de la ville de Québec (SPVQ) pour leur participation au projet ainsi que leurs représentants patronaux et syndicaux et ceux de l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur « affaires municipales » (APSAM), qui ont démontré un engagement hors du commun pour le projet et qui ont grandement contribué à sa réussite. Plus particulièrement, nous voudrions remercier Benoît Traversy du SPVM, Robert Boulé de la FPPVM, Michel Desgagné et Marc Fournier du SPVQ, Sébastien Talbot de la FPPVQ de même que Charles Plante et Alain Langlois de l'APSAM pour leur précieuse collaboration tout au long du projet.

La docteure Madeleine Bourdhoux pour sa participation à la conception et au démarrage du projet.

Les étudiants et assistants de recherche ayant contribué au projet et qui doivent, eux aussi, travailler sur des horaires rotatifs pour mener à terme ce projet de recherche.

Les techniciennes du sommeil Sara Champoux et Manon Robert pour leurs disponibilités dans l'analyse des enregistrements de sommeil.

La docteure Sylvie Rhéaume pour son aide à la couverture médicale lors des expériences.

Les docteurs Claire-Dominique Walker, France Varin et François Ng pour leur support à l'analyse des échantillons biologiques.

Madame Johanne Gauthier, ingénieure, pour son support à la gestion administrative de ce projet.

Madame Jennifer Gauthier pour son aide à la révision éditoriale de ce rapport.

L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) qui, par le versement d'une subvention de recherche et de bourses d'études graduées et postdoctorales, a permis la réalisation de ce projet.

L'étude comportait deux volets soit le module 1 mené auprès du SPVQ et le module 2, mené auprès du SPVM. Dans un premier temps, le présent rapport rend compte des résultats du module 2 uniquement.



## SOMMAIRE

Dans les pays industrialisés, entre 15-30% des travailleurs opèrent en dehors des heures conventionnelles. Cette situation affecte environ 750 000 travailleurs québécois. La privation aiguë et chronique de sommeil, combinée à une perturbation de l'harmonie temporelle entre l'horloge biologique interne (appelée « oscillateur circadien ») et l'horaire de travail augmente significativement le risque d'accident en plus de réduire la productivité des travailleurs.

De plus, les travailleurs postés présentent un risque accru de développer plusieurs maladies chroniques telles que des maladies cardiovasculaires, un syndrome métabolique, des troubles digestifs, divers cancers et des maladies mentales. Il est donc urgent de développer des stratégies réalistes pour contrer les effets néfastes du travail posté afin d'améliorer l'état de santé de la population active, sa satisfaction et sa productivité au travail.

Un mythe voudrait que les individus en situation critique, par exemple responsables d'opérations d'urgence tels que les policiers, les pompiers et les équipes médicales, puissent surmonter leur tendance naturelle à dormir. La situation réelle est tout autre. Bien qu'il existe des évidences à l'effet que certains travailleurs peuvent s'adapter spontanément au travail de nuit, une infime minorité d'entre eux présentent une adaptation physiologique complète à leur horaire de travail. Même les travailleurs qui rapportent un niveau supérieur de satisfaction au travail posté présentent un ajustement incomplet de leurs rythmes biologiques.

Une panoplie de contre-mesures a été proposée pour minimiser les difficultés associées au travail posté dont la planification de siestes préventives et récupératrices, la prise de médicaments stimulants en période de travail ou de médicaments favorisant le sommeil lors du retour à domicile (incluant des comprimés de mélatonine). Il demeure que le contrôle adéquat de l'exposition à la lumière et à l'obscurité est le facteur le plus important pour améliorer l'alignement temporel entre l'horloge circadienne des travailleurs et leur horaire atypique de vie.

Dans une étude financée par l'IRSST et publiée en 2002, nous avons montré qu'une intervention combinant une exposition intermittente à des lampes de luminothérapie la nuit, le port de lunettes sombres le matin et le maintien d'un horaire stable de sommeil le jour peut améliorer significativement l'adaptation des rythmes biologiques d'infirmières et infirmiers travaillant sur un horaire régulier de nuit.

Malgré les différences entre les travailleurs dans la répartition des quarts de travail et des jours de congé, nous avons démontré la faisabilité et l'efficacité de cette approche. La présente étude est en continuité directe avec cette étude antérieure et vise à développer des approches complémentaires de gestion de la fatigue chez des policiers en auto-patrouille travaillant sur horaires rotatifs.

Contrairement à notre étude antérieure, les policiers étudiés travaillaient sur un horaire rotatif composé de quarts de 8-9 heures de jour, soir et nuit. Les quarts de nuit survenaient en série de 7 quarts de nuit consécutifs. De plus, les policiers opéraient en auto-patrouille et étaient ainsi en constante interaction avec l'environnement extérieur, contrairement aux travailleurs de la santé de notre étude précédente. Il s'agit donc de conditions de travail plus complexes pour

l'adaptation circadienne et pour lesquelles nous avons développé une approche spécifique de gestion de la fatigue.

Le travail sur quarts rotatifs se complique par l'instabilité de l'exposition à la lumière et à l'obscurité. D'après les résultats de notre étude antérieure chez les infirmières, nous croyons qu'il est possible de développer une intervention pratique basée sur un horaire judicieux de sommeil/noirceur et d'exposition à la lumière. Cette intervention constitue la base scientifique du présent projet et consiste en l'utilisation de lampes ambulatoires de luminothérapie lors des quarts de nuit, au port de lunettes orangées le matin et au maintien d'un horaire régulier de sommeil/obscurité le jour suivant les quarts de nuit.

Les policiers ont été évalués pendant 48 heures en laboratoire de sommeil avant et après leur semaine de travail de nuit. Des mesures ambulatoires de sommeil, de vigilance et d'ajustement de l'oscillateur circadien ont été récoltées pendant la semaine de travail de nuit et lors du retour à un horaire de jour. Les résultats de 8 policiers ayant participé à cette intervention ont été comparés à ceux de 9 policiers ayant suivi le même protocole expérimental mais sans intervention.

Des performances psychomotrices plus stables au cours de la semaine de travail de nuit furent notées pour les policiers du groupe intervention. Bien que l'ajustement circadien était plus rapide chez ces derniers, aucune différence significative entre les groupes ne fut observée. Ces résultats s'expliquent par une exposition aux lampes de luminothérapie durant la nuit plus faible qu'escomptée. Des améliorations technologiques sont à considérer dans les phases de recherche futures.

Malgré le caractère relativement modeste des changements obtenus dans ce projet, ces derniers sont survenus dans la direction escomptée. Ainsi, les données récoltées sont prometteuses, considérant qu'un degré supérieur d'ajustement circadien et/ou de performance psychomotrice lors des quarts de nuit furent associés à l'intervention testée. Nos efforts futurs consisteront à améliorer et combiner diverses interventions afin d'en maximiser les bénéfices et les rendre satisfaisantes et réalistes pour les travailleurs et leurs employeurs.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>I</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>III</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
1.1 Horaires atypiques : santé et sécurité au travail.....	1
1.2 Physiologie circadienne chez l'humain .....	2
1.3 Adaptation circadienne aux horaires atypiques .....	3
<b>2. RAPPEL DE LA PROBLÉMATIQUE, ÉTAT DES CONNAISSANCES, ET OBJECTIFS DE RECHERCHE</b> .....	<b>5</b>
<b>3. MÉTHODE</b> .....	<b>7</b>
3.1 Recrutement et dépistage .....	7
3.2 Protocole .....	7
3.3 Mesures .....	8
3.3.1 Mesures en laboratoire .....	8
3.3.2 Mesures ambulatoires .....	9
<b>3.4 Analyses statistiques</b> .....	<b>10</b>
3.4.1 Participants et données exclus .....	10
3.4.2 Traitement des données.....	10
3.4.2.1 Étude en laboratoire .....	10
3.4.2.2 Première période ambulatoire .....	11
3.4.2.3 Deuxième période ambulatoire .....	12
3.4.3 Tests statistiques .....	13

<b>4. RÉSULTATS.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Données descriptives.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Horaire de sommeil précédant l'entrée en laboratoire .....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 Étude en laboratoire .....</b>	<b>15</b>
4.3.1 Sommeil : enregistrement polysomnographique .....	15
4.3.2 Performance psychomotrice.....	15
4.3.3 Vigilance subjective.....	16
4.3.4 Phase circadienne.....	17
<b>4.4 Première période ambulatoire : quarts de nuit.....</b>	<b>18</b>
4.4.1 Heures de lever et de coucher .....	18
4.4.2 Performance psychomotrice.....	18
4.4.3 Vigilance subjective.....	19
4.4.4 Adaptation circadienne .....	20
4.4.5 Actigraphie.....	20
4.4.6 Profondeur et qualité subjectives du sommeil .....	20
4.4.7 Patron d'exposition à la lumière (sans correction pour port de lunettes) .....	21
4.4.8 Patron d'exposition à la lumière (avec correction pour port de lunettes).....	21
4.4.9 Luminothérapie .....	22
4.4.10 Charge de travail.....	22
4.4.11 Échelle d'impact d'événements traumatisants (IET).....	22
<b>4.5 Deuxième période ambulatoire : retour à un horaire diurne .....</b>	<b>22</b>
4.5.1 Heure de lever et de coucher.....	22
4.5.2 Adaptation circadienne .....	22
4.5.3 Actigraphie.....	23
4.5.4 Profondeur et qualité subjectives du sommeil .....	23
<b>4.6 Sommaire des résultats.....</b>	<b>23</b>
<b>5. DISCUSSION.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Adaptation circadienne .....</b>	<b>25</b>
<b>5.2 Performance psychomotrice et vigilance subjective .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3 Sommeil.....</b>	<b>29</b>
<b>6. CONCLUSION.....</b>	<b>31</b>
<b>7. APPLICABILITÉ DES RÉSULTATS .....</b>	<b>33</b>

<b>8. RETOMBÉES ÉVENTUELLES .....</b>	<b>35</b>
<b>PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES.....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXE A : TABLEAUX.....</b>	<b>49</b>
<b>ANNEXE B : FIGURES.....</b>	<b>73</b>
<b>ANNEXE C : DÉTAILS SUR LES EXCLUSIONS.....</b>	<b>93</b>
<b>ANNEXE D : DÉTAILS SUR LES PARAMÈTRES DU SOMMEIL ET DE LA PERFORMANCE PSYCHOMOTRICE.....</b>	<b>95</b>
<b>ANNEXE E : DÉTAILS SUR LES CALCULS.....</b>	<b>97</b>
<b>ANNEXE F : COMMENTAIRES DES POLICIERS.....</b>	<b>101</b>



## LISTE DES TABLEAUX

### ANNEXE A

Tableau 1	Information sur les participants .....	50
Tableau 2	Mesures .....	52
Tableau 3a	Données manquantes et/ou estimées (Laboratoire) .....	53
Tableau 3b	Données manquantes et/ou estimées (Ambulatoire 1) .....	54
Tableau 3c	Données manquantes et/ou estimées (Ambulatoire 2) .....	55
Tableau 4	Analyse du sommeil en laboratoire et en ambulatoire .....	56
Tableau 5	ANOVAs pour les paramètres du sommeil mesurés en laboratoire .....	57
Tableau 6	ANOVAs pour les stades du sommeil mesurés en laboratoire .....	57
Tableau 7	Paramètres du sommeil mesurés en laboratoire .....	58
Tableau 8	ANOVAs pour les stades de sommeil par tiers de période de sommeil en laboratoire .....	59
Tableau 9	Performance psychomotrice en laboratoire .....	60
Tableau 10	ANOVAs pour la performance psychomotrice en laboratoire .....	61
Tableau 11	ANOVAs pour la vigilance subjective en laboratoire.....	62
Tableau 12	Marqueurs circadiens.....	63
Tableau 13	ANOVAs pour la performance psychomotrice en ambulatoire .....	64
Tableau 14	ANOVAs pour la vigilance subjective en ambulatoire.....	65
Tableau 15	ANOVAs pour les paramètres du sommeil mesurés en ambulatoire.....	66
Tableau 16	Paramètres du sommeil mesurés en ambulatoire .....	67
Tableau 17	Différences significatives du patron d'exposition à la lumière sans correction pour le port de lunettes orangées, macaron.....	68
Tableau 18	Différences significatives du patron d'exposition à la lumière sans correction pour le port de lunettes orangées, actigraphe .....	69
Tableau 19	Différences significatives du patron d'exposition à la lumière avec correction pour le port de lunettes orangées, macaron.....	70

<b>Tableau 20</b>	<b>Temps d'utilisation de la lampe de luminothérapie .....</b>	<b>71</b>
<b>Tableau 21</b>	<b>Charge de travail.....</b>	<b>72</b>

## **LISTE DES FIGURES**

### **ANNEXE B**

<b>Figure 1</b>	<b>Horaire de travail.....</b>	<b>74</b>
<b>Figure 2</b>	<b>Protocole expérimental.....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 3</b>	<b>Organisation du sommeil en laboratoire .....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 4</b>	<b>Performance en laboratoire : Vitesse de réaction.....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 5</b>	<b>Performance en laboratoire : Épisodes d'inattention.....</b>	<b>78</b>
<b>Figure 6</b>	<b>Vigilance subjective en laboratoire .....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 7</b>	<b>Ajustement des marqueurs circadiens mesurés en laboratoire.....</b>	<b>80</b>
<b>Figure 8</b>	<b>Performance psychomotrice en ambulatoire.....</b>	<b>81</b>
<b>Figure 9</b>	<b>Vigilance subjective moyenne lors de chaque quart de nuit.....</b>	<b>82</b>
<b>Figure 10</b>	<b>Vigilance subjective moyenne au début, au milieu et à la fin des 7 quarts de nuit.....</b>	<b>83</b>
<b>Figure 11</b>	<b>Taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine lors des périodes de sommeil diurnes en ambulatoire.....</b>	<b>84</b>
<b>Figure 12</b>	<b>Ratio de sécrétion de cortisol salivaire suivant les périodes de sommeil diurnes en ambulatoire.....</b>	<b>85</b>
<b>Figure 13</b>	<b>Profondeur et qualité subjectives des périodes de sommeil diurnes en ambulatoire.....</b>	<b>86</b>
<b>Figure 14</b>	<b>Patron d'exposition à la lumière sans correction pour le port de lunettes orangées .....</b>	<b>87</b>
<b>Figure 15</b>	<b>Patron d'exposition à la lumière avec correction pour le port de lunettes orangées .....</b>	<b>88</b>
<b>Figure 16</b>	<b>Évolution du taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire à la 2<sup>e</sup> période ambulatoire .....</b>	<b>89</b>
<b>Figure 17</b>	<b>Évolution du ratio de sécrétion de cortisol salivaire de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire à la 2<sup>e</sup> période ambulatoire .....</b>	<b>90</b>
<b>Figure 18</b>	<b>Profondeur et qualité subjectives des périodes de sommeil nocturnes en ambulatoire.....</b>	<b>91</b>



## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Horaires atypiques : santé et sécurité au travail

Dans les pays industrialisés, entre 15-30% des travailleurs opèrent en dehors des heures conventionnelles diurnes [1-6]. Cette situation affecte environ 750 000 travailleurs québécois [5]. Il est maintenant reconnu que le travail sur horaires atypiques entraîne des perturbations du sommeil et des rythmes diurnes (dits *circadiens*) qui altèrent le maintien de la vigilance en période de travail. Selon une étude menée par Statistique Canada, les travailleurs par quarts sont significativement plus nombreux à déclarer avoir eu des problèmes à s'endormir et à rester endormis que les travailleurs ayant un horaire régulier de jour (34% vs 26%) [6].

La privation aiguë et chronique de sommeil, combinée à une désynchronisation circadienne, a pour conséquences d'augmenter significativement le risque d'incidents et d'accidents [7-9] en plus de réduire la productivité des travailleurs [8]. Des données récoltées chez des mécaniciens de locomotive indiquent que ces derniers souffrent de somnolence sévère plus de la moitié du temps lorsqu'ils opèrent de nuit [10]. Chaque heure de travail additionnelle et chaque heure de sommeil perdue augmenteraient chacune le risque de somnolence au travail de 15-35% [10, 11].

Comme démontré par de nombreuses études dans le secteur de la santé, la fatigue augmente significativement le risque d'erreurs tout en diminuant la performance et la satisfaction au travail [12-15]. La fatigue demeure une source principale d'erreurs d'administration de médicaments chez les infirmières [16, 17], lesquelles erreurs sont 2 à 3 fois plus fréquentes chez celles travaillant plus de 12.5 heures consécutives [15, 18, 19]. Le risque d'erreurs médicales reliées à la fatigue est 7 fois plus élevé chez les résidents en médecine ayant travaillé  $\geq 5$  quarts de  $\geq 24$  heures par mois comparativement à ceux ayant moins travaillé [20]. La même étude révèle que la fatigue est un facteur contributeur de 31% des piqûres percutanées accidentelles et en augmenterait les risques de 61% le jour suivant un quart de travail de nuit [21]. Cette étude a également révélé qu'il y a eu 35.9% plus d'erreurs médicales graves lorsque les résidents en médecine travaillaient sur leur horaire conventionnel comparativement à un horaire amélioré favorisant le repos [22].

Les études menées dans l'industrie du transport confirment que le risque d'accident augmente avec les heures consécutives d'éveil et varie avec l'heure du jour [23-26]. Un sondage américain mené auprès de 2737 résidents en médecine a révélé que le risque d'accident et de quasi-accidents automobiles est 2,3 fois et 5,9 fois plus élevé, respectivement, lors du retour à domicile après des quarts de travail de  $\geq 24$  heures comparativement à des quarts plus courts [27]. La somnolence et les perturbations du sommeil demeurent des facteurs importants contribuant aux accidents de la circulation [28], incluant ceux survenant chez les policiers en auto-patrouille [29, 30].

Comparativement à des travailleurs sur un horaire fixe de jour, les travailleurs postés présentent un risque plus élevé de développer plusieurs maladies chroniques requérant souvent une hospitalisation [31-47]. En effet, le travail posté est associé à un plus haut risque de maladies cardiovasculaires [33, 48-51], de syndrome métabolique [31, 34, 43] de maladies gastro-

intestinales [33, 52-54], de divers cancers [32, 36, 42, 44-47, 55, 56], d'avortements spontanés, de naissances prématurées, d'infertilité [33, 35] et de détresse psychologique [3].

L'effet combiné des perturbations du sommeil et de la désynchronisation temporelle entre l'oscillateur circadien et l'horaire veille-sommeil contribue aux troubles d'adaptation au travail posté [57]. Un défaut d'ajustement aux horaires atypiques de travail des rythmes de température corporelle, de sécrétion de mélatonine et de cortisol, trois marqueurs circadiens fiables, est rapporté dans plusieurs études après une série de quarts de nuit [57-67]. Le métabolisme du glucose et des lipides varie aussi en fonction de l'heure du jour, phénomène qui peut contribuer au risque accru de diabète sucré, d'hypertriglycéridémie, d'hypercholestérolémie et de troubles cardiovasculaires chez les travailleurs postés [34, 68].

## 1.2 Physiologie circadienne chez l'humain

La présence d'un oscillateur circadien principal (du Latin *circa*, « autour » et *dies*, « jour ») a été observée chez la plupart des organismes vivants [69]. Chez les mammifères, dont l'humain, cet oscillateur circadien est localisé profondément dans le cerveau, dans les noyaux suprachiasmatiques (NSC) de l'hypothalamus antérieur [70, 71]. Des neurones individuels de ces noyaux montrent des rythmes circadiens, lesquels sont contrôlés par une série de gènes dits gènes de l'horloge (pour revue [72]). Ces gènes régulent la transcription de protéines et sont impliqués dans des boucles de rétroaction positives et négatives qui sont à la base des variations diurnes de plusieurs fonctions biologiques. Un développement majeur en chronobiologie ces dernières années fut d'identifier la présence d'oscillateurs circadiens dans d'autres tissus tels que d'autres régions du cerveau et des organes périphériques (i.e foie, rein, muscle, cellules sanguines) [73-78].

Nous avons récemment démontré que les gènes de l'horloge circadienne *PER1*, *PER2*, *PER3* et *DECI* sont exprimés de manière cyclique dans les cellules sanguines blanches [79, 80]. Nous avons également montré que cet oscillateur circadien périphérique est sensible aux perturbations induites par le travail de nuit [81], observation importante qui suggère qu'une perturbation fondamentale des rythmes circadiens contribuerait à l'apparition de divers problèmes médicaux et psychologiques reliés au travail de nuit [82, 83].

Il est reconnu que la période de l'oscillateur circadien endogène (c.-à-d. la durée des journées biologiques internes) de l'humain est légèrement plus longue que 24 heures (moyenne de 24,2 heures) [84-88]. Chaque jour des synchronisateurs de l'environnement (rythmicité avec une période de 24 heures) influencent l'oscillation circadienne de l'organisme (rythmicité légèrement plus longue que 24 heures) pour l'ajuster à celle du monde géophysique. Ce phénomène est qualifié d'entraînement circadien.

Plusieurs études ont démontré que la réponse de l'oscillateur circadien humain à la lumière s'apparente à celle observée chez d'autres espèces animales de sorte que la lumière est le synchronisateur le plus puissant de l'oscillateur circadien au monde extérieur. Une courbe de phase réponse décrit la réponse d'entraînement de l'oscillateur circadien à la lumière et est très similaire d'une espèce animale à l'autre. Plus précisément, l'exposition à la lumière vive tard le soir et tôt la nuit déplace l'oscillateur circadien vers des heures plus tardives alors que

l'exposition à la lumière en fin de nuit et tôt le matin avance l'oscillateur circadien vers des heures plus précoces [89, 90]. La courbe de dose réponse de cet effet chez l'humain est aussi comparable à celle des autres espèces animales et indique que le système circadien est très sensible à l'effet biologique de la lumière, même à la lumière artificielle d'intérieur [91, 92].

Un groupe de cellules ganglionnaires de la rétine intrinsèquement photosensibles et ayant des projections vers les NSC a été identifié (pour une revue voir [93, 94]). La mélanopsine, un photopigment sensible aux longueurs d'onde courtes (lumière bleue), se retrouve à l'intérieur de ces cellules et est essentielle au maintien de leur photosensibilité (pour une revue voir [95]).

Brainard et al. ont exploré la capacité de suppression de la mélatonine par de la lumière monochromatique de différentes longueurs d'onde chez l'humain et ont observé que la suppression optimale de la mélatonine se trouvait autour de 464 nm [96, 97]. Une meilleure efficacité de la suppression de la mélatonine par des longueurs d'onde courtes a aussi été observée par Thapan et al [98]. De plus, il a été démontré qu'une lumière de faible intensité et de longueur d'onde courte (~8 lux autour de ~436 et 456 nm) créait une avance de phase circadienne comparable à celle obtenue suite à une exposition à de la lumière vive blanche (~12 000 lux) [99]. Finalement, d'autres études ont montré qu'une lumière monochromatique de longueur d'onde courte (~460 ou 470 nm) provoquait un plus grand changement de phase qu'une lumière monochromatique de même densité photonique de plus longue longueur d'onde (~600 ou 555 nm, respectivement) [100, 101].

Dans les études proposées, nous prendrons avantage de ces découvertes en utilisant des lunettes teintées orangées qui bloquent les longueurs d'onde lumineuse dans la bande de 400-540 nm lorsqu'un ajustement circadien n'est pas désiré. Une efficacité supérieure de ces lunettes à contrer l'effet de suppression de la mélatonine par la lumière fut rapportée comparativement à des lunettes gris neutre ayant une transmittance d'environ 50% [102].

### **1.3 Adaptation circadienne aux horaires atypiques**

Il existe des évidences à l'effet que certains travailleurs postés peuvent s'adapter spontanément (c.-à-d. sans intervention supervisée) ou montrer divers stades d'adaptation partielle au travail de nuit [58, 103]. Il n'en demeure pas moins qu'en excluant les conditions extrêmes qui isolent les travailleurs de la société (par ex. sur des plateformes de forage en mer [104]), une infime minorité d'entre eux (<3%) présentent une adaptation circadienne complète à leur horaire de travail [105]. Même les travailleurs qui opèrent sur horaire fixe de nuit depuis des années ou ceux qui rapportent un niveau supérieur de satisfaction au travail posté présentent un ajustement circadien incomplet [61, 105, 106].

Une panoplie de contre-mesures a été proposée pour minimiser les difficultés associées au travail posté dont la planification de siestes préventives et récupératrices, des aides pharmacologiques (stimulants, hypnotiques, mélatonine exogène) et le contrôle de l'environnement lumineux, lequel vise principalement à améliorer l'adaptation circadienne du travailleur [57, 107, 108]. Une adaptation spontanée au travail posté a d'ailleurs été observée chez des travailleurs qui sélectionnaient naturellement un horaire propice d'exposition à la lumière et à l'obscurité [64, 104, 106, 109].

Dans une étude antérieure financée par l'IRSST [59, 60, 110], nous avons démontré qu'une intervention combinant une exposition intermittente à la lumière vive (~2 000 lux), le port de lunettes sombres le matin et le maintien d'un horaire stable de sommeil/obscurité diurne peut améliorer significativement l'adaptation circadienne au travail de nuit d'un groupe de travailleurs de la santé. Dans cette étude, les phases circadiennes étaient évaluées par une procédure rigoureuse qualifiée de routine constante avant et après une série de 12 quarts de nuit. Bien que la répartition des quarts de travail et des jours de congé différait d'un travailleur et d'un environnement de travail à l'autre, nous avons démontré la faisabilité et l'efficacité de cette approche. Ainsi, dans le groupe intervention, les rythmes diurnes de température corporelle, de mélatonine salivaire et de cortisol salivaire, trois marqueurs circadiens fiables, ont été retardés de -9,32 heures, -11,31 heures et -11,07 heures respectivement de sorte que ces rythmes étaient bien alignés au nouvel horaire d'éveil/sommeil. Cette étude a également montré qu'une meilleure adaptation physiologique au travail de nuit peut améliorer la durée des épisodes diurnes de sommeil [111], résultat supporté par d'autres études [63, 112, 113].

Les résultats de notre étude antérieure s'apparentent à ceux d'autres études en laboratoire [114-125] et sur le terrain [126-128], qui ont démontré que l'horaire d'exposition à la lumière et à l'obscurité au cours de la journée de 24 heures est un déterminant majeur du degré d'adaptation circadienne aux horaires atypiques de travail. En effet, des sessions de luminothérapie la nuit utilisant de la lumière vive (~1 000-12 000 lux) peuvent induire une adaptation circadienne chez la majorité des travailleurs de nuit (78-100%) alors qu'une adaptation circadienne n'est rapportée que chez 0-52% des travailleurs ou participants qui ne reçoivent pas de session formelle de luminothérapie [60, 114, 118, 120, 122, 129].

L'horaire de ces sessions est basé sur la courbe de phase réponse de l'effet d'entraînement de la lumière sur l'oscillateur circadien [89, 90]. Notamment, l'exposition à la lumière vive tard le soir et tôt la nuit repousse l'oscillateur à des heures plus tardives, tandis que son exposition en fin de nuit et tôt le matin l'avance à des heures plus précoces. Les sessions de luminothérapie débutent souvent entre 3-6 heures avant l'heure anticipée du minimum de la température corporelle centrale, soit entre 4-8 heures avant l'heure habituelle de lever dans le but de décaler vers des heures plus tardives (c.-à-d. délai de phase circadienne) les rythmes diurnes physiologiques des travailleurs comme la courbe de température corporelle, de sécrétion de mélatonine et de cortisol [59, 60].

Chez les travailleurs de nuit, le maintien d'un horaire régulier de sommeil/noirceur le jour et l'utilisation de lunettes sombres le matin peuvent améliorer davantage l'entraînement de l'oscillateur circadien à un horaire de vie nocturne [116, 117, 119, 122, 130]. La découverte d'une plus grande efficacité de la lumière de courte longueur d'onde (440-480 nm) pour supprimer la sécrétion de mélatonine la nuit [98, 131] et avancer la phase de l'oscillateur circadien [99] supporte les interventions auprès de travailleurs de nuit intégrant le port de lunettes bloquant les longueurs d'onde courtes lors du retour à domicile.

## 2. RAPPEL DE LA PROBLÉMATIQUE, ÉTAT DES CONNAISSANCES, ET OBJECTIFS DE RECHERCHE

Le travail sur horaires atypiques représente un problème d'intérêt puisqu'il est de plus en plus fréquent dans notre société moderne [1-6, 132] et affecterait environ 750 000 travailleurs québécois. La dégradation du potentiel récupérateur du sommeil est une conséquence importante associée au travail posté. Une privation aiguë et chronique de sommeil s'associe au travail de nuit, surtout lorsqu'une série de quarts irréguliers apporte un sommeil peu efficace [133]. De plus, il est fréquent pour les travailleurs qui ont des horaires irréguliers de passer 24 heures d'affilée sans dormir lors de leur premier quart d'une série de nuits de travail. Il en résulte une diminution de la vigilance et de la performance au travail allant de pair avec un risque accru d'accidents et une baisse de productivité [7-9, 134-138]. Ce risque est imputable en grande partie à un désalignement de l'oscillateur circadien et à une privation aiguë et chronique de sommeil. Le fait de vivre à des phases circadiennes anormales peut avoir des effets nocifs sur le sommeil, la vigilance, la santé et le bien-être des travailleurs [31-39, 41-56, 139, 140].

Dans une étude antérieure, supportée par l'IRSST [59, 60, 141], nous avons démontré la faisabilité d'une intervention sur le terrain basée sur l'utilisation de lampes de luminothérapie chez des infirmier(ère)s travaillant à plein temps de nuit. Cette intervention visait à promouvoir l'ajustement circadien au travail de nuit en améliorant l'exposition à la lumière et l'obscurité des travailleurs. La présente étude est en continuité avec cette étude antérieure et vise à développer des approches complémentaires de gestion de la fatigue chez les policiers.

En situation réelle de travail (et particulièrement pour les policiers en auto-patrouille), le travail sur quarts rotatifs se complique par l'instabilité de l'exposition à la lumière et à l'obscurité. D'après les résultats de notre étude antérieure chez les infirmières, nous croyons qu'il est possible de développer une intervention pratique basée sur un horaire judicieux de sommeil/noirceur et d'exposition à la lumière. Cette intervention constitue un volet important d'un programme compréhensif de gestion de la fatigue pour les travailleurs postés. Cette intervention (luminothérapie la nuit, port de lunettes orangées le matin et maintien d'un horaire régulier de sommeil/obscurité) est la base scientifique de notre étude et testera les hypothèses spécifiques suivantes :

**Hypothèse 1 :** Une intervention pratique qui intègre un horaire judicieux de sommeil/noirceur et d'exposition à la lumière améliore sensiblement l'ajustement de l'oscillateur circadien humain à une série de 7 quarts de travail consécutifs de nuit faisant partie d'un horaire de travail en rotation. La phase de l'oscillateur circadien endogène sera déterminée en laboratoire à l'aide des courbes d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine et de sécrétion de mélatonine et cortisol salivaires. Les policiers du groupe intervention présenteront un plus grand délai de phase circadienne que celui observé dans le groupe contrôle, donc un meilleur ajustement circadien au travail de nuit.

**Hypothèse 2 :** L'intervention proposée accélère l'adaptation circadienne aux quarts de travail de nuit composant un horaire en rotation. Sur le terrain, le degré d'adaptation circadienne sera déterminé par le taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine pendant les périodes de sommeil diurne entourant les quarts de nuit et par le ratio (lever/coucher) de sécrétion de cortisol

salivaire. Une meilleure adaptation circadienne se traduira par une augmentation plus rapide de ces paramètres au cours de la série de quarts de travail de nuit et sera observée dans le groupe intervention comparativement au groupe contrôle de policiers.

**Hypothèse 3 :** Les policiers du groupe intervention présenteront, tel que mesuré en laboratoire et en ambulatoire, des niveaux de performance psychomotrice et une vigilance subjective plus élevés lors de leurs périodes d'éveil que les policiers du groupe contrôle.

**Hypothèse 4 :** Les policiers du groupe intervention présenteront, tel que mesuré en laboratoire et en ambulatoire, un temps total de sommeil plus long et une meilleure efficacité du sommeil lors de leurs périodes de sommeil diurnes que les policiers du groupe contrôle.

Le projet de recherche vise à tester une intervention basée sur le contrôle de l'exposition lumineuse par l'utilisation de lampe de luminothérapie et de lunettes orangées.

## 3. MÉTHODE

### 3.1 Recrutement et dépistage

En collaboration avec les représentants patronaux et syndicaux du Service de police de la ville de Montréal (SPVM), des policiers étaient invités à participer à l'étude lors de séances d'information de groupe ou par une annonce à l'interne. Un incitatif financier pour participer à l'étude a été conclu entre les parties patronales et syndicales. Les policiers intéressés ont fourni un consentement éclairé du projet et ont entrepris le processus de dépistage (questionnaire médical et analyses de laboratoire). Les policiers recrutés pour l'étude étaient en bonne santé et ne présentaient aucune évidence de pathologie du sommeil autre que celle induite par leur horaire de travail. Le chronotype des participants fut déterminé par un questionnaire de matinalité-vespéralité [142]. Pendant l'étude, la prise de tout médicament ou supplément alimentaire devait être approuvée par l'équipe de recherche et les participants ne pouvaient consommer de médicament/supplément pouvant affecter leur sommeil ou leur vigilance. La consommation de café ( $\leq 5$  tasses/jour) et de cigarettes ( $\leq 10$ /jour) était limitée et documentée par les policiers. Le protocole expérimental fut approuvé par le Comité d'éthique de la recherche de l'Institut universitaire en santé mentale Douglas et les policiers ont signé un consentement éclairé avant leur participation à l'étude.

### 3.2 Protocole

Quinze policiers patrouilleurs (8 femmes et 9 hommes, pour plus de détails voir [Annexe A, Tableau 1](#)) du SPVM travaillant 7 quarts de nuit consécutifs de 8 à 8,5 heures chacun lesquels faisaient partie de leur horaire rotatif habituel de 35 jours ([Annexe B, Figure 1](#)) furent recrutés. Les policiers furent aléatoirement assignés à l'un des 2 groupes d'étude, soit contrôle ( $n=9$ ) ou intervention ( $n=8$ ). Deux policiers ont participé aux 2 conditions à un an d'intervalle. Les policiers furent étudiés en laboratoire d'isolation temporelle pendant 48 heures consécutives avant et après leur série de 7 quarts de nuit consécutifs ([Annexe B, Figure 2](#)). Précédant la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire, chaque policier devait maintenir un horaire de sommeil nocturne le plus régulier possible pendant 5 à 7 jours (quarts de jour, quarts de soir et/ou congés, 8 heures de sommeil/obscurité par nuit).

Lors de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire, les périodes de sommeil de 8 heures étaient basées sur l'horaire moyen précédant l'entrée en laboratoire. Lors de la 2<sup>e</sup> visite, les policiers se rendaient directement au laboratoire et les 2 périodes de sommeil diurnes de 8 heures étaient initiées 2 heures après la fin du quart de travail. Un dépistage toxicologique fut effectué sur un échantillon d'urine lors de la 1<sup>ère</sup> visite. En laboratoire, les niveaux de luminosité étaient maintenus à moins de 10 lux au niveau du regard lors des périodes d'éveils et à  $\sim 0$  lux lors des périodes de sommeil. Trois repas par jour ainsi qu'une collation étaient servis soit à +30 minutes (déjeuner), +6 heures (dîner), +12 heures (souper) et +14 heures (collation) suivant le lever.

Lors des 7 quarts de nuit (1<sup>ère</sup> période ambulatoire), les policiers de chaque groupe dormaient à leur domicile dans une chambre obscurcie par la pose de matériel opaque sur les fenêtres. L'intervention comportait 3 parties : 1) Exposition intermittente à une lampe portable de luminothérapie pendant les 6 premières heures des quarts de travail de nuit (lumière blanche,

Litebook 1.2, Litebook Company Ltd, Medicine Hat, Ab., Can.); 2) Port de lunettes orangées du lever du soleil jusqu'au coucher et lors d'éveil pendant les périodes de sommeil diurnes (Blue-blockers; bloquant à 100% les longueurs d'onde inférieures à 540 nm, Telemédoptique Inc, Québec, Qc, Can.); 3) Maintien d'un horaire régulier de sommeil/obscurité diurne d'une durée de 8 heures débutant 2 heures après la fin des quarts de travail de nuit et siestes découragées. Les policiers du groupe contrôle ne recevaient aucune instruction. Chez eux, les siestes n'étaient pas encouragées mais elles n'étaient pas interdites.

Suivant la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire, la collecte de données se poursuivait pour une période de 5 jours (2<sup>e</sup> période ambulatoire). Au cours de cette période, les policiers en congé retournaient sur un horaire conventionnel de jour et étaient libres de choisir leur horaire de sommeil/obscurité.

### 3.3 Mesures

Chaque policier recevait un cahier d'expérience contenant le protocole ambulatoire, les instructions, les feuilles de suivi des tâches, un agenda de sommeil et les questionnaires.

#### 3.3.1 Mesures en laboratoire

Les niveaux de luminosité étaient mesurés au niveau du regard à toutes les heures à l'aide d'un photomètre de recherche (IL1400, International Light Inc., Newburyport, MA, É.-U.). Le sommeil fut enregistré par polysomnographie comportant un enregistrement électroencéphalographique (EEG) central et occipital, électrooculographique (EOG) et électromyographique (EMG) du menton par un système informatisé (Harmonie, Stellate Systems, Montréal, Qc, Can.). Un dépistage de l'apnée du sommeil et des mouvements périodiques des jambes fut effectué par l'entremise d'une thermistance bucco-nasale et d'un EMG des muscles tibiaux antérieurs lors de la 1<sup>ère</sup> période de sommeil. La vigilance subjective était évaluée toutes les 20 minutes à l'aide d'une échelle de vigilance analogue (EVA) de 10 cm. La performance était mesurée objectivement toutes les 2 heures à l'aide de la Tâche de vigilance psychomotrice (TVP) (PVT-192, Ambulatory Monitoring Inc., Ardsley, NY, É.-U.) [143]. Cette tâche, d'une durée de 10 minutes et effectuée sur un appareil portatif, consiste à appuyer le plus rapidement possible sur un bouton lorsqu'un signal visuel apparaît.

Lors de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire, chaque participant a complété 3 sessions de pratique afin de contrôler l'effet d'apprentissage [143]. Un échantillon d'urine était prélevé toutes les 3 heures, au coucher, au lever et si demandé par le participant, pendant son sommeil. Ces échantillons ont été analysés en *duplicata* pour leur contenu en 6-sulfatoxy-mélatonine. Des échantillons de salive étaient récoltés toutes les 60 minutes pendant les périodes d'éveil ainsi qu'aux 2 heures pendant la 1<sup>ère</sup> période de sommeil sur une période de 24 heures consécutives. Pendant cet épisode de sommeil, un technicien entraînait dans la chambre du participant muni d'une lampe de poche et l'éveillait doucement afin d'obtenir un échantillon. Les échantillons furent analysés en *duplicata* pour leur contenu en mélatonine salivaire (1<sup>ère</sup> année : Antisérum anti-mélatonine de mouton, Stockgrand Ltd, Surrey, GB, sensibilité : 2 pg/ml; 2<sup>e</sup> année : Kit Bühlmann de détection directe par radio-immunoessai, distribué par Alpco Diagnostics, Windham, NH, É.-U., sensibilité : 0.5 pg/ml) et en *duplicata* ou en simple (quelques échantillons si volume insuffisant)

pour leur contenu en cortisol salivaire (Kit de détection par immunoessai enzymatique, Salimetrics LLC, PA, É.-U, sensibilité : 0.012 ug/dl).

### **3.3.2 Mesures ambulatoires**

**Mesures subjectives :** L'agenda de sommeil était complété quotidiennement par les policiers qui y notaient les heures de coucher, de réveil et de sortie du lit et estimaient le temps pris pour s'endormir, le nombre et la durée des réveils et l'heure et la durée des siestes (s'il y avait lieu). En plus de compléter l'agenda de sommeil, les policiers devaient téléphoner au laboratoire au coucher et au lever. La profondeur et la qualité de chaque période principale de sommeil étaient subjectivement évaluées sur des échelles nominales à 7 niveaux (de 0 : extrêmement mauvais ou léger à 6 : extrêmement bon ou profond). Au début, au milieu et à la fin de leurs quarts de travail, les policiers complétaient une EVA de 10 cm pour la vigilance subjective (de 0 : Endormi à 10 : Éveillé) [59, 129] et à la fin de leur quart, des EVAs pour la charge de travail physique, psychologique, la quantité de travail et la nature stressante du travail (de 0 : Faible à 10 : Élevée). Il était demandé aux policiers de compléter l'échelle révisée d'impact d'événements traumatisants (IET) si un événement traumatisant s'était produit pendant l'étude [144].

**Mesures objectives :** Les niveaux d'exposition à la lumière et l'organisation du cycle veille/sommeil étaient mesurés par le port d'un actigraphe au poignet non dominant, lequel comportait un détecteur de luminosité (Actiwatch AW-L, Mini-Mitter Co. Inc., Sunriver, OR, É.-U., 0.1 à 150 000 lux). Les niveaux de luminosité étaient aussi mesurés plus près des yeux par un macaron détecteur de luminosité porté sur les vêtements, généralement au collet (Micro Light Sensor, Ambulatory Monitoring, Ardsley, NY, É.-U., 0 à 4 000 lux). Le port du macaron répondait aux mêmes règles que l'actigraphe. Il était cependant déposé sur la table de chevet lors des périodes de sommeil. L'actigraphe était porté en tout temps sauf lors de la douche ou du bain et pouvait être retiré lors de séances d'activité physique. Les participants notaient les moments où l'actigraphe était retiré. La fréquence d'échantillonnage de l'actigraphe (1x/ min) a permis une analyse détaillée du sommeil. Les policiers récoltaient un échantillon d'urine au coucher, au lever et pendant les périodes de sommeil principales (s'il y avait éveil). Ces échantillons ont été analysés pour leur contenu en 6-sulfatoxy-mélatonine afin de déterminer la quantité totale excrétée pendant le sommeil (Kit de radio immunoessai, Stockgrand Ltd, Surrey, GB, courbe d'étalonnage de 0 à 200 ng/ml; valeurs de plus de 200 ng estimées par régression). La quantité totale de 6-sulfatoxy-mélatonine normalement excrétée dans les urines par 24 heures fut établie en début d'étude. Pour ce faire, les policiers récoltaient un échantillon toutes les fois où ils devaient uriner ou au minimum toutes les 3 heures (excepté lors des périodes de sommeil) et ce pendant 24 heures. En plus des échantillons d'urine, les policiers récoltaient des échantillons de salive toutes les 20 min dans l'heure précédant et dans l'heure suivant la période de sommeil principale à l'aide de salivettes (Sarstedt Inc., Montréal, Qc, Can.). Ces échantillons ont été analysés pour leur contenu en cortisol. La performance psychomotrice était mesurée au début et à la fin des quarts de nuit à l'aide de la TVP.

## 3.4 Analyses statistiques

### 3.4.1 Participants et données exclus

Un résumé des participants et/ou données manquantes et/ou exclues se trouve à l'[Annexe A, Tableaux 3a, b et c.](#)

### 3.4.2 Traitement des données

La normalité de la distribution des différentes données a été vérifiée. Lorsque nécessaire, certaines données ont été transformées afin d'en normaliser la distribution.

#### 3.4.2.1 Étude en laboratoire

**Sommeil (enregistrement polysomnographique) :** Les enregistrements de sommeil ont été analysés par une même technicienne par époques de 20 secondes selon une méthode standardisée [145]. La latence à l'endormissement (LE), la latence au sommeil paradoxal (LSP), le temps total de sommeil (TTS), l'efficacité du sommeil (ES), le temps d'éveil après l'endormissement (TEAE) et le nombre de réveils furent déterminés. Le pourcentage de temps passé dans chacun des stades de sommeil (éveil, stades 1, 2, 3, 4, sommeil paradoxal (SP)) et en sommeil lent profond (SLP, somme des stades 3 et 4) ainsi que le nombre de minutes de chaque stade de sommeil par tiers de période de sommeil furent aussi déterminés (plus de détails sur les paramètres à [l'Annexe D](#)).

La 1<sup>ère</sup> période de sommeil (PS) de chaque visite ([Annexe B, Figure 2](#) : PS 1L et PS 3L) a été exclue des analyses puisque ces 2 périodes de sommeil sont considérées comme périodes d'adaptation et que les participants étaient réveillés aux 2 heures pour la prise d'échantillons de salive. Ce sont donc les 2<sup>e</sup> périodes de sommeil ([Annexe B, Figure 2](#) : PS 2L et PS 4L) qui furent retenues pour les analyses polysomnographiques. Le TEAE, le % de stade 1, la LE et le nombre de minutes d'éveil et de stade 1 par tiers de période de sommeil ont été transformés par une fonction logarithmique ( $\log(x)$  pour le TEAE et  $\log(x+1)$  pour les autres) afin d'en normaliser la distribution.

**Performance:** Pour chaque test effectué sur la TVP, le programme ReactPVT (PVT-192 Data Analyser, Version 1.1.05, ©1999, Ambulatory Monitoring Inc., Ardsley, NY, É.-U.) calculait : 1) le temps de réaction (TR) moyen des 10% des temps les plus élevés, 2) le TR médian, 3) le TR moyen des 10% des temps les plus bas, 4) le nombre d'épisodes d'inattention ( $TR > 500\text{ms}$ ) (détails sur les paramètres à [l'Annexe D](#)). Les TR (convertis en secs) ont été transformés par une

fonction réciproque  $\left(\frac{1}{TR(\text{sec})}\right)$  afin d'en normaliser la distribution. La réciproque du TR

correspond ainsi à la vitesse de réaction. Le nombre d'épisodes d'inattention a été transformé par une fonction logarithmique ( $\log(x+1)$ ) afin d'en normaliser la distribution. Les données des 2 périodes d'éveil suivant le sommeil en laboratoire lors de chaque visite ont été moyennées par blocs de 4 heures à partir de l'heure établie d'éveil.

**Vigilance subjective :** Les policiers complétaient une EVA de 10 cm pour la vigilance subjective (de 0 : Endormi à 10 : Éveillé) [59, 129]. Les données combinées des 2 périodes d'éveil suivant le sommeil en laboratoire lors de chaque visite ont été moyennées par blocs de 2 heures à partir du lever. Un seul point manquant fut rencontré (14-16 heures d'éveil, visite 2, participant 11c) et estimé à l'aide d'une formule (voir [Annexe E, Encadré 1](#) [146]).

**6-sulfatoxy-mélatonine urinaire :** Le point milieu de la courbe d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine a été utilisé comme marqueur de la phase circadienne pour chacun des participants et des visites (détails des calculs du point milieu à [l'Annexe E](#)). Lorsque les quantités étaient non détectables, la valeur de 0 ng/ml était utilisée. Le changement de phase ( $\Delta$ ) de la visite 1 à la visite 2 a été calculé pour chaque participant sur la base des points milieux trouvés :  $\phi$  (visite 1) –  $\phi$  (visite 2). Ainsi, par convention, un changement de phase négatif correspond à un délai de phase et positif à une avance de phase. Huit points manquants (un échantillon égaré et 7 pour lesquels le volume n'avait pas été noté) ont été estimés en effectuant la moyenne du taux d'excrétion urinaire de l'échantillon précédent et de l'échantillon suivant.

**Mélatonine et cortisol salivaires :** Lorsque les quantités de mélatonine et de cortisol salivaires étaient non détectables, les valeurs de 0 pg/ml et 0,0103 ug/dl étaient respectivement attribuées. L'heure de l'acrophase (c.-à-d. point maximum) des courbes de mélatonine et du cortisol salivaires a été utilisée comme marqueur de la phase circadienne pour chacun des participants et des visites. L'acrophase de la mélatonine salivaire a été déterminée par régression harmonique (RH) triple [147] et celle du cortisol salivaire par RH simple [60]. Le changement de phase a été calculé pour chaque participant. Le calcul de l'amplitude de la courbe de mélatonine et de cortisol salivaires était basé sur la 1<sup>ère</sup> harmonique selon et :  $(\text{point maximum} - \text{point minimum})/2$  [148, 149]). Dû à un volume insuffisant, il n'a pas été possible de mesurer la quantité de cortisol dans les 3 échantillons prélevés pendant la 1<sup>ère</sup> période de sommeil de la visite 1 pour le participant 1c. Ses données (13,31 heures continues) ont été conservées pour les analyses.

### 3.4.2.2 Première période ambulatoire

**Performance psychomotrice, vigilance subjective et charge de travail :** Comme 9 tests sur la TVP et 6 évaluations de la vigilance subjective n'avaient pas été complétés par les participants, les valeurs manquantes ont été estimées (plus de détails sur la méthode d'estimation à [l'Annexe E](#)). Les scores absolus des EVA (de 0 : Faible à 10 : Élevée) de chacun des critères d'évaluation de la charge de travail (charge physique, charge psychologique, nature stressante du travail et quantité de travail) ont été moyennés par participant pour l'ensemble des quarts de travail.

**6-sulfatoxy-mélatonine urinaire :** Le taux horaire d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine pour chaque période de sommeil a été calculé tel que décrit à [l'Annexe E](#). Une donnée manquante a été estimée en effectuant la moyenne du taux d'excrétion de la période de sommeil précédente et de la suivante ([Annexe B, Figure 2](#), PS 2A, participant 11c, échantillon non prélevé au lever).

**Ratio de cortisol :** La sécrétion de cortisol a été exprimée sous forme de ratio pour chacune des périodes de sommeil :  $Ratio\ de\ cortisol = \frac{\bar{X}\ de\ cortisol\ au\ lever\ (pg / dl)}{\bar{X}\ de\ cortisol\ au\ coucher\ (pg / dl)}$ . Le ratio de cortisol salivaire a été utilisé puisqu'une plus grande sécrétion de cortisol au lever qu'au coucher est associée à une meilleure adaptation circadienne à l'horaire de veille-sommeil [150].

**Actigraphie :** Les données récoltées par actigraphie pendant les périodes de sommeil ont été soumises à une régression logistique [151]. Cette approche est considérée comme supérieure lorsque le sommeil est perturbé (formule et détails à [l'Annexe D, encadré 1](#)) [152]. Les heures de coucher et de lever étaient basées sur l'agenda de sommeil. Différents paramètres du sommeil ont été déterminés : LE, TTS, nombre de réveils, ES et TEAE (plus de détails sur les paramètres du sommeil à [l'Annexe D](#)). La LE a été transformée par une fonction logarithmique ( $\log(x+1)$ ) afin d'en normaliser la distribution. Les paramètres du sommeil furent moyennés par participant pour les périodes de sommeil 1A et 2A, 3A et 4A ainsi que 5A et 6A.

### **Patron d'exposition à la lumière :**

1) *Détecteur de luminosité actigraphique :* Les données où l'actigraphe n'était pas porté par le sujet pour une période de plus de 3,5 heures consécutives étaient éliminées. Toutes les données ont été conservées sauf pour 2 participants (1t, une période de 5 heures et 7t, une période de 5 heures et une de 9 heures). Pour chacun des participants, les données combinées pour les 6 jours ambulatoires (jours d'expérimentation 4 à 9) ont été moyennées par blocs d'une heure sur une période de 24 heures allant de 00h00 à 23h59. Afin d'en normaliser la distribution, les données obtenues ont été transformées par une fonction logarithmique ( $\log(x+1)$ ).

2) *Macaron :* Les données récoltées par le macaron ont été moyennées de la même façon que celles récoltées par l'actigraphe. Des données ont dû être retirées pour 8 participants, pour des périodes variant entre 3,5 heures jusqu'à 39 heures consécutives. Un minimum de 72,9% des données ont été conservées pour chacun des participants. Afin d'en normaliser la distribution, les données obtenues ont été transformées par une fonction logarithmique ( $\log(x+1)$ ).

3) *Port des lunettes :* Les policiers du groupe intervention rapportaient les heures de port des lunettes orangées. Ceux du groupe contrôle n'ont pas documenté le port de lunettes de soleil lors de leur retour à la maison. Les analyses ont été faites avec et sans correction pour le port des lunettes orangées. Une valeur de 0 lux a été attribuée aux données de luminosité récoltées lors du port des lunettes orangées.

### **3.4.2.3 Deuxième période ambulatoire**

**6-sulfatoxy-mélatonine urinaire et cortisol salivaire :** Le taux horaire d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine et le ratio quotidien de cortisol salivaire de chaque participant ont été moyennés pour les périodes de sommeil 7A & 8A et 9A & 10A puisque des données étaient manquantes pour certaines journées et périodes de sommeil (cortisol : 6 participants → 1 journée manquante, 1 participant → 2 journées manquantes; 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire: 3 participants → 2 périodes de sommeil, 5 participants → 1 période de sommeil).

**Actigraphie :** Le TEAE a été transformé par une fonction logarithmique ( $\log(x)$ ) afin d'en normaliser la distribution. Les paramètres des périodes de sommeil 7A & 8A ainsi que 9A & 10A & 11A ont été moyennés pour chaque participant puisque des données étaient manquantes pour certaines périodes de sommeil (2 participants → 1 période de sommeil, 1 participant → 2 périodes de sommeil).

### 3.4.3 Tests statistiques

Les ANOVAs ont été effectuées à l'aide du programme Datasim (Version 1.1, ©1988, par Drake R. Bradley, Lewiston, ME, É.-U.). Lorsqu'une ANOVA révélait une interaction significative entre les facteurs étudiés, un test d'effet simple était appliqué. Si un effet principal s'avérait significatif, le test de Tukey était utilisé pour les analyses post-hoc. Les tests de t ont été effectués à l'aide de SPSS (Version 15, © SPSS Inc. 1989-2006, Chicago, IL, É.-U.). Certaines données qui ne pouvaient être transformées ont été analysées à l'aide de tests non paramétriques (Kruskal Wallis, Friedman et Wilcoxon). Le test de Wilcoxon était appliqué à répétition pour les analyses post-hoc et la correction de Bonferroni était appliquée. Les régressions harmoniques ont été effectuées sur un programme développé par l'équipe du professeur C.A. Czeisler, Hôpital Brigham and Women's, Harvard Medical School, Boston, MA, É.-U. Le nombre de données estimées est rapporté à l'[Annexe A, Tableaux 3a, b et c](#). Pour chaque donnée estimée, un degré de liberté était soustrait des facteurs d'erreur lors des tests statistiques (excepté pour les tests non paramétriques).

L'âge, le chronotype, les heures de début, de fin et la durée des quarts de travail de nuit, le nombre d'années de travail en tant que policier, celui sur l'horaire actuel, celui sur des quarts rotatifs et/ou de nuit, les heures de lever et de coucher et la durée moyenne des périodes de sommeil lors de la période préparatoire, des 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> périodes ambulatoires, le changement de phase des 3 marqueurs circadiens (6-sulfatoxy-mélatonine urinaire, mélatonine et cortisol salivaires) et la charge de travail ont été comparés entre les groupes par des tests de t bilatéraux pour groupes non appariés en considérant une variance égale.

Les différents paramètres et stades de sommeil ont été comparés entre les groupes par une ANOVA mixte à 2 facteurs : Groupe (contrôle ou intervention) X Visite (1 ou 2). La durée en minutes de chaque stade de sommeil par tiers de période de sommeil a été comparée entre les groupes par une ANOVA mixte à 3 facteurs : Groupe (contrôle ou intervention) X Visite (1 ou 2) X Tiers de nuit (1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> tiers). Les différents paramètres de la TVP et la vigilance subjective en laboratoire ont été comparés entre les groupes par une ANOVA mixte à 3 facteurs : Groupe (contrôle ou intervention) X Visite (1 ou 2) X Durée précédant l'éveil (TVP : blocs de 4 heures, vigilance : blocs de 2 heures). La quantité totale de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire excrétée en 24 heures, l'heure du point milieu de la 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire, l'amplitude et l'heure de l'acrophase de la mélatonine et du cortisol salivaires ont été comparées entre les groupes par une ANOVA mixte à 2 facteurs : Groupe (contrôle ou intervention) X Visite (1 ou 2). Les différents paramètres de la TVP et la vigilance subjective mesurés en ambulatoire ont été comparés entre les groupes par une ANOVA mixte à 3 facteurs : Groupe (contrôle ou intervention) X Quart de travail (1 à 7) X Moment du test (Début, milieu (vigilance seulement) ou fin du quart de travail). Les paramètres du sommeil basés sur l'actigraphie et la profondeur et la qualité subjectives du sommeil ont été comparés entre les groupes pour les 6 périodes de

sommeil diurnes par une ANOVA mixte à 2 facteurs : Groupe (contrôle ou intervention) X Période de sommeil (actigraphie : 1&2A, 3&4A ou 5&6A, profondeur et qualité : 1A à 6A). Les données de luminosité ont été comparées entre les groupes par une ANOVA mixte à 2 facteurs : Groupe (contrôle ou intervention) X Heure du jour (blocs d'1 heure). Les données de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire et de cortisol salivaire de la 1<sup>ère</sup> période ambulatoire ont été analysées à l'aide de tests statistiques non paramétriques.

L'effet principal de groupe a été évalué par un test de Kruskal Wallis. L'effet principal de la période de sommeil ([Annexe B, Figure 2](#) : PS 1A à 6A) a été évalué par un test de Friedman (mesures répétées). L'interaction a été évaluée par un test de Kruskal Wallis. Le taux d'excrétion de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire, le ratio de cortisol salivaire, les paramètres du sommeil déterminés par actigraphie et la profondeur et la qualité subjectives du sommeil de la 2<sup>e</sup> période ambulatoire ont été comparés entre les groupes par une ANOVA mixte à 2 facteurs : Groupe (contrôle ou intervention) X Période de sommeil (6-sulfatoxy-mélatonine urinaire et cortisol salivaires : 7&8A ou 9&10A, actigraphie : 7&8A ou 9&10&11A, profondeur et qualité : 7A à 11A).

## 4. RÉSULTATS

Le niveau de signification utilisé est de  $p < 0,05$ . Sauf indication contraire, les valeurs sont exprimées par la moyenne  $\pm$  l'erreur standard (ES). Lorsque les degrés de liberté (dl) devaient être ajustés suite à une ou des estimations, ils sont rapportés tels quels (c.-à-d. ajustés).

### 4.1 Données descriptives

L'âge moyen ( $p=0,83$ ), le chronotype ( $p=0,60$ ), le nombre d'années travaillées en tant que policier ( $p=0,82$ ), celui sur l'horaire actuel ( $p=0,69$ ) et celui sur des quarts rotatifs et/ou de nuit ( $p=0,96$ ) étaient comparables entre les groupes. Les valeurs pour chaque participant et les moyennes par groupe se trouvent au [Tableau 1 de l'Annexe A](#).

### 4.2 Horaire de sommeil précédant l'entrée en laboratoire

Les heures moyennes de coucher ( $p=0,69$ ) et de lever ( $t_{(15)}=0,44$ ;  $p=0,67$ ) ainsi que la durée moyenne des périodes de sommeil ( $p=0,996$ ) étaient comparables entre les groupes (voir [Annexe A, Tableau 4](#)).

### 4.3 Étude en laboratoire

#### 4.3.1 Sommeil : enregistrement polysomnographique

Les paramètres et stades du sommeil étaient comparables entre les groupes et les visites puisque les ANOVAs n'ont révélé aucune interaction entre les groupes et les visites et aucun effet principal de groupe ou de visite (pour les valeurs de F et de p, voir [Annexe A, Tableaux 5 et 6](#), pour les données voir [Annexe A, Tableau 7](#)).

Pour les tiers de période de sommeil, les ANOVAs ont révélé un effet principal significatif du tiers de période de sommeil pour le nombre de minutes d'éveil, de stade 2, 3, 4, de SLP et de SP et une tendance pour un effet principal du tiers de période de sommeil pour le nombre de minutes de stade 1 (pour les valeurs de F et de p, voir [Annexe A, Tableau 8](#)). Plus précisément, le test de Tukey a révélé que le nombre de minutes d'éveil, de stade 2 et de SP étaient significativement plus élevés lors des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> tiers que lors du 1<sup>er</sup> tiers des périodes de sommeil ( $p < 0,01$ ). De plus, le nombre de minutes de stade 3 et 4 et de SLP était significativement plus élevé lors du 1<sup>er</sup> tiers que lors des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> tiers des périodes de sommeil ( $p < 0,01$ ) (voir [Annexe B, Figure 3](#)). Il n'y avait pas d'interaction ou de différence significative entre les groupes et les visites au niveau de la structure des périodes de sommeil (voir [Annexe A, Tableau 8](#) pour les valeurs de F et de p).

#### 4.3.2 Performance psychomotrice

**Vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées, vitesse médiane et vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus basses:** Tel qu'illustré à la [Figure 4 de l'Annexe B](#), la performance était comparable entre les groupes lors de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire. La performance des policiers du groupe intervention semblait plus stable au cours de la nuit lors de

la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire que celle des policiers du groupe contrôle. Ces différences n'ont cependant pas atteint un niveau significatif dans l'échantillon étudié. Ainsi, aucun effet principal de groupe ou interaction entre les groupes et les heures d'éveil ou entre les groupes et les visites n'a été observé pour ces 3 paramètres.

Les ANOVAs ont cependant révélé un effet principal significatif des visites pour les trois paramètres : les policiers étaient en moyenne plus rapides, donc plus performants, lors de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire que lors de la 2<sup>e</sup> visite (voir [Annexe A, Tableau 9](#)). Une forte tendance pour une interaction entre les heures d'éveil et les visites a été observée pour la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus basses ( $p=0,053$ ) et pour la vitesse médiane ( $p=0,06$ ). Cependant, l'ANOVA n'a révélé aucune interaction significative entre les heures d'éveil et les visites pour la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées et la vitesse médiane, ou entre les 3 facteurs (Groupe X Heure d'éveil X Visite). Les valeurs de F et de p se trouvent au [Tableau 10 de l'Annexe A](#).

**Nombre d'épisodes d'inattention (TR > 500 millisecondes) :** Tel qu'illustré sur le panneau supérieur de la [Figure 5 de l'Annexe B](#), le nombre d'épisodes d'inattention semblait plus élevé chez les policiers du groupe contrôle lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire que chez ceux du groupe intervention, particulièrement après 4 à 12 heures d'éveil. Cependant, ces différences n'ont pas atteint un niveau significatif dans l'échantillon étudié. Aucun effet principal de groupe n'a été observé. L'ANOVA n'a révélé aucune interaction entre les 3 facteurs (Groupe X Heure d'éveil X Visite), ou entre les 2 facteurs (Groupe x Heure d'éveil ou Groupe x Visite). Une interaction significative entre les heures d'éveil et les visites a toutefois été observée ( $p=0,02$ ). Un test d'effet simple entre les heures d'éveil pour chaque visite a révélé que le nombre d'épisodes d'inattention variait significativement au cours des heures d'éveil lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire ( $p=0,006$ ), mais qu'il restait stable lors de la 1<sup>ère</sup> visite ( $p=0,19$ ).

Plus précisément, lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire, les policiers présentaient un plus grand nombre d'épisodes d'inattention après 12 à 16 heures d'éveil qu'après 0 à 4 heures d'éveil ( $p<0,05$ , voir panneau inférieur, [Annexe B, Figure 5](#)). Un test d'effet simple entre les visites pour chaque bloc d'heure d'éveil a révélé que les policiers présentaient un plus grand nombre d'épisodes d'inattention au cours de la seconde moitié de la période d'éveil lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire comparativement à la 1<sup>ère</sup> visite (c.-à-d. après 8 à 16 heures versus 0 à 4 heures d'éveil,  $p\leq 0,02$ ). Les valeurs de F et de p se trouvent au [Tableau 10 de l'Annexe A](#).

### 4.3.3 *Vigilance subjective*

On observe au panneau supérieur de la [Figure 6 de l'Annexe B](#) que la vigilance subjective des 2 groupes était similaire lors de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire. Par rapport à la 1<sup>ère</sup> visite, la vigilance des 2 groupes était inférieure lors de la 2<sup>e</sup> visite. Lors de la 2<sup>e</sup> visite, les policiers du groupe contrôle se rapportaient moins alertes au cours de la nuit que les policiers du groupe intervention. Cependant, ces différences n'ont pas atteint un niveau significatif dans l'échantillon étudié. L'ANOVA n'a révélé aucune interaction significative entre les groupes et les heures d'éveil ( $p=0,36$ ), entre les groupes et les visites ( $p=0,50$ ) ou entre les 3 facteurs (Groupe X Heures d'éveil X Visite;  $p=0,36$ ) et aucun effet principal de groupe ( $p=0,69$ ). Cependant, une interaction significative entre les heures d'éveil et les visites ( $p<0,0001$ ) fut observée. Un test d'effet simple

entre les heures d'éveil pour chacune des visites a révélé que la vigilance subjective variait significativement au cours des heures d'éveil lors de la 1<sup>ère</sup> visite ( $p < 0,0001$ ) et de la 2<sup>e</sup> visite ( $p < 0,0001$ ).

Plus précisément, lors de la 1<sup>ère</sup> visite, les policiers se sentaient moins alertes après 14 à 16 heures d'éveil qu'avant ( $p < 0,01$ ). De plus, les policiers se sentaient plus alertes après 6 à 10 heures d'éveil que durant les 2 premières heures d'éveil ( $p < 0,05$ ) et après 6 à 8 heures d'éveil qu'après 12 à 14 heures d'éveil ( $p < 0,05$ ). Lors de la 2<sup>e</sup> visite, les policiers se sentaient plus alertes durant les 8 premières heures que durant les 8 dernières heures d'éveil ( $p < 0,05$ ). De plus, ils se sentaient plus alertes après 8 à 10 et 12 à 14 heures d'éveil qu'après 14 à 16 heures d'éveil ( $p < 0,05$ ). Un test d'effet simple entre les visites pour chaque bloc d'heures d'éveil a révélé que pendant les 10 dernières heures d'éveil, les policiers se sentaient plus alertes lors de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire que lors de la 2<sup>e</sup> visite ( $p \leq 0,03$ ) (voir panneau inférieur, [Annexe B, Figure 6](#)). Les valeurs de F et de p se trouvent au [Tableau 11 de l'Annexe A](#).

#### 4.3.4 Phase circadienne

**6-sulfatoxy-mélatonine urinaire ([Annexe B, Figure 7, panneaux C et D](#)) :** Lors de la 2<sup>e</sup> visite, le point milieu moyen de la courbe de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire était décalé plus tard pour le groupe intervention que pour le groupe contrôle. Cependant, l'ANOVA n'a révélé aucun effet principal de groupe ( $F_{(1,7)}=0,10$ ;  $p=0,76$ ) ou interaction entre les groupes et les visites ( $F_{(1,7)}=0,13$ ;  $p=0,73$ ). L'ANOVA a toutefois révélé un effet principal des visites ( $F_{(1,7)}=11,98$ ;  $p=0,01$ ) avec un point milieu qui se trouvait à une heure significativement plus tardive lors de la 2<sup>e</sup> visite ( $10h19 \pm 1h16$ ) que lors de la 1<sup>ère</sup> visite ( $3h57 \pm 0h24$ ) en laboratoire.

Le changement moyen de phase pour ce paramètre était de  $-5,75 \pm 2,10$  heures pour le groupe contrôle et de  $-7,07 \pm 1,26$  heures pour le groupe intervention. Bien que le délai de phase était plus grand pour le groupe intervention, il n'y avait pas de différence significative entre les groupes dans l'échantillon étudié ( $t_{(7)}=0,52$ ;  $p=0,62$ ).

La quantité totale de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire excrétée pendant 24 heures était comparable entre les groupes ( $F_{(1,7)}=0,21$ ;  $p=0,66$ ) et d'une visite à l'autre ( $F_{(1,7)}=0,16$ ;  $p=0,66$ ). L'ANOVA n'a pas révélé d'interaction entre les groupes et les visites ( $F_{(1,7)}=0,08$ ;  $p=0,78$ ).

**Mélatonine salivaire ([Annexe B, Figure 7, panneaux E et F](#)) :** L'ANOVA a révélé un effet principal des visites ( $F_{(1,15)}=6,70$ ;  $p=0,02$ ) avec une acrophase moyenne qui se trouvait à une heure significativement plus tardive lors de la 2<sup>e</sup> visite ( $8h26 \pm 1h29$ ) que lors de la 1<sup>ère</sup> visite ( $3h15 \pm 0h50$ ) en laboratoire. Aucun effet principal de groupe ( $F_{(1,15)}=0,14$ ;  $p=0,71$ ) ou interaction entre les groupes et les visites ( $F_{(1,15)}=0,12$ ;  $p=0,73$ ) n'a été décelé.

Le changement moyen de phase de la courbe de sécrétion de la mélatonine salivaire pour le groupe contrôle était de  $-4,52 \pm 3,21$  heures et celui du groupe intervention de  $-5,93 \pm 2,30$  heures. Bien que ce délai de phase était supérieur pour le groupe intervention, il n'y avait pas de différence significative entre les groupes dans l'échantillon étudié ( $t_{(15)}=0,35$ ;  $p=0,73$ ). L'amplitude de cette courbe était comparable entre les groupes ( $F_{(1,15)}=0,31$ ;  $p=0,59$ ) et d'une

visite à l'autre ( $F_{(1,15)}=0,72$ ;  $p=0,41$ ). Enfin, l'ANOVA n'a pas révélé d'interaction entre les groupes et les visites ( $F_{(1,15)}=0,00$ ;  $p=0,98$ ).

**Cortisol salivaire ([Annexe B, Figure 7](#), panneaux G et H) :** Bien que l'acrophase fut observée plus tard pour le groupe intervention lors de la 2<sup>e</sup> visite, l'ANOVA n'a pas révélé d'effet principal de visite ( $F_{(1,15)}=1,49$ ;  $p=0,24$ ) ou de groupe ( $F_{(1,15)}=0,17$ ;  $p=0,68$ ). De plus, il n'y avait pas d'interaction significative entre les groupes et les visites ( $F_{(1,15)}=0,20$ ;  $p=0,66$ ).

Le changement moyen de phase de la courbe de sécrétion du cortisol salivaire pour le groupe contrôle était de  $-1,34 \pm 2,28$  heures et de  $-2,90 \pm 2,47$  heures pour le groupe intervention. Le test de t n'a pas révélé de différence significative entre les groupes ( $t_{(15)}=0,45$ ;  $p=0,66$ ).

Les amplitudes moyennes de la courbe de cortisol salivaire pour les groupes contrôle et intervention étaient respectivement de  $0,10 \pm 0,02$  ug/dl et  $0,11 \pm 0,04$  ug/dl lors de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire et de  $0,10 \pm 0,02$  ug/dl et  $0,05 \pm 0,01$  ug/dl lors de la 2<sup>e</sup> visite. Bien que l'amplitude de la courbe du groupe intervention ait diminué de moitié lors de la 2<sup>e</sup> visite, celle-ci était comparable entre les groupes ( $F_{(1,15)}=0,66$ ;  $p=0,30$ ) et aucune différence significative ne fut observée entre les visites ( $F_{(1,15)}=1,18$ ;  $p=0,30$ ). De plus, l'ANOVA n'a pas révélé d'interaction entre les groupes et les visites ( $F_{(1,15)}=1,22$ ;  $p=0,29$ ).

## 4.4 Première période ambulatoire : quarts de nuit

### 4.4.1 Heures de lever et de coucher

Les heures moyennes de coucher ( $t_{(15)}=0,67$ ;  $p=0,52$ ) et de lever ( $t_{(15)}=0,38$ ;  $p=0,72$ ) des policiers le jour suivant les quarts de travail de nuit étaient comparables entre les groupes (pour plus de détails voir [Annexe A, Tableau 4](#)).

### 4.4.2 Performance psychomotrice

**Vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées:** L'ANOVA a révélé une interaction significative entre les 3 facteurs (Groupe X Quart de travail X Moment du test;  $p=0,03$ ). Un test d'effet simple entre les groupes pour chaque combinaison des 2 autres facteurs (Quart de travail X Moment du test) n'a pas révélé de différences significatives entre les groupes. Un test d'effet simple entre les quarts de travail pour chaque combinaison des 2 autres facteurs (Groupe X Moment du test) a révélé que, pour les policiers du groupe contrôle, la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées variait significativement au cours de la série de 7 quarts de travail de nuit pour les tests effectués au début ( $p<0,0001$ ) et à la fin ( $p=0,04$ ) des quarts de travail.

Plus précisément, le test de Tukey a révélé que la vitesse moyenne des policiers du groupe contrôle était plus lente au début du 5<sup>e</sup> et du 7<sup>e</sup> quart de travail qu'au début des 3 premiers quarts ( $p<0,05$ ) (voir panneau supérieur, [Annexe B, Figure 8](#)). De plus, la vitesse moyenne des policiers du groupe contrôle était plus faible à la fin du dernier quart de travail qu'à la fin du 2<sup>e</sup> quart de travail ( $p<0,05$ ) (voir panneau central, [Annexe B, Figure 8](#)). Ce même test d'effet simple indique que la vitesse moyenne des policiers du groupe intervention était stable au cours des quarts de nuit, que ce soit lors des tests effectués au début ( $p=0,35$ ) ou à la fin ( $p=0,39$ ) des quarts de

travail. Un test d'effet simple entre les moments du test pour chaque combinaison des 2 autres facteurs (Groupe X Quart de nuit) a révélé que les participants du groupe contrôle étaient significativement plus lents à la fin du 1<sup>er</sup>, 3<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> quart de travail qu'au début de ces mêmes quarts ( $p \leq 0,04$ ). Ce test d'effet simple a aussi révélé que les participants du groupe intervention étaient significativement plus lents à la fin du 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> quart de travail qu'au début de ces mêmes quarts ( $p \leq 0,047$ ). Finalement, ce même test a révélé une tendance pour les policiers du groupe intervention à être plus lents à la fin du 1<sup>er</sup> quart qu'au début de celui-ci ( $p = 0,065$ ).

**Vitesse médiane :** L'ANOVA a révélé une interaction significative entre les groupes et les quarts de travail ( $p = 0,02$ ) pour la vitesse médiane (début et fin de quart combinés). Un test d'effet simple entre les groupes pour chaque quart de travail n'a révélé aucune différence significative entre les groupes. Cependant, le test d'effet simple entre les quarts de travail pour chaque groupe a révélé que la vitesse médiane sur la TVP variait au cours des quarts de travail pour le groupe contrôle ( $p = 0,0008$ ) mais qu'elle restait stable pour le groupe intervention ( $p = 0,47$ ). Plus précisément, les policiers du groupe contrôle étaient moins rapides lors du 5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> quart de travail que lors du 2<sup>e</sup> quart de travail ( $p < 0,01$ ) (voir panneau inférieur, [Annexe B, Figure 8](#)). La vitesse de réaction des policiers du groupe intervention était stable tout au long des 7 quarts de travail de nuit. L'ANOVA a aussi révélé un effet principal du moment du test ( $p = 0,01$ ) car en moyenne, les policiers étaient plus rapides au début des quarts de travail qu'à la fin. Aucune autre interaction ne s'est avérée significative et aucun effet principal de groupe n'a été observé ( $p = 0,71$ ).

**Vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus basses:** L'ANOVA a révélé une tendance pour un effet principal du moment du test ( $p = 0,089$ ) car les policiers avaient tendance à être plus lents à la fin qu'au début des quarts de travail pour ce paramètre. Aucune interaction ( $p = 0,18$ ) et aucun effet principal de groupe ( $p = 0,79$ ) ou de quart de travail ( $p = 0,73$ ) significatif n'a été observé.

**Nombre d'épisodes d'inattention :** L'ANOVA a révélé une tendance pour un effet principal du moment du test ( $p = 0,066$ ) avec un plus grand nombre d'épisodes d'inattention à la fin qu'au début des quarts de travail. Aucune interaction ( $p = 0,37$ ) et aucun effet principal de groupe ( $p = 0,65$ ) ou de quart de travail ( $p = 0,90$ ) significatif n'a été observé. Les valeurs de F et de p des ANOVAs effectuées pour les paramètres de performance mesurés sur la TVP en ambulatoire se trouvent au [Tableau 13 de l'Annexe A](#).

### 4.4.3 *Vigilance subjective*

On observe à la [Figure 9 de l'Annexe B](#) que les policiers du groupe intervention rapportaient, de manière générale, se sentir plus alertes que les policiers du groupe contrôle du 4<sup>e</sup> au 7<sup>e</sup> quart de travail de nuit. L'ANOVA n'a cependant pas révélé d'interaction entre les 3 facteurs (Groupe X Moment du test X Quart de travail,  $p = 0,28$ ), ou entre 2 facteurs (Groupe X Quarts de travail,  $p = 0,40$ ); (Groupe X Moment du test,  $p = 0,32$ ), (Moment du test X Quarts de travail,  $p = 0,90$ ). Aucun effet principal significatif de groupe ( $p = 0,53$ ) ou de quart de travail ( $p = 0,29$ ) n'a été observé. L'ANOVA a par ailleurs révélé un effet principal du moment du test ( $p = 0,002$ ). Ainsi, tel qu'illustré à la [Figure 10 de l'Annexe B](#), les policiers se sentaient plus alertes au début et au milieu qu'à la fin de leurs quarts de travail de nuit ( $p < 0,05$ ). Les valeurs de F et de p se trouvent au [Tableau 14 de l'Annexe A](#).

#### 4.4.4 Adaptation circadienne

**6-sulfatoxy-mélatonine urinaire :** On observe au panneau supérieur de la [Figure 11 de l'Annexe B](#) que le taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine chez les policiers du groupe intervention était plus élevé que chez les policiers du groupe contrôle, particulièrement à partir de la période de sommeil suivant le 4<sup>e</sup> quart de travail de nuit. Des tests de Kruskal Wallis n'ont cependant pas révélé d'interaction significative entre les groupes et les périodes de sommeil ( $H_{(5)}=0,67$ ;  $p=0,984$ ) ou d'effet principal de groupe ( $H_{(1)}=0,21$ ;  $p=0,65$ ). Un test de Friedman a révélé un effet principal des périodes de sommeil au cours de la semaine de travail de nuit ( $S_{(8,6)}=536$ ;  $p<0,01$ ). Tel qu'illustré au panneau inférieur de la [Figure 11 de l'Annexe B](#), le taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine était plus élevé lors de la 6<sup>e</sup> période que lors de la 2<sup>e</sup> et de la 3<sup>e</sup> période de sommeil diurnes ( $p<0,05$ ).

**Ratio de cortisol salivaire :** Un test de Friedman a révélé un effet principal de la journée au cours de la série de quarts de nuit ( $S_{(8,6)}=520$ ;  $p<0,01$ ). Tel qu'illustré au panneau inférieur de la [Figure 12 de l'Annexe B](#), le ratio de cortisol était plus élevé lors de la 6<sup>e</sup> journée de travail (de nuit) que lors de la 4<sup>e</sup> journée ( $p<0,05$ ). De plus, une tendance pour un taux d'excrétion plus élevé lors de la 6<sup>e</sup> journée que lors de la 2<sup>e</sup> et de la 3<sup>e</sup> journée a été observée ( $p<0,12$ ). Des tests de Kruskal Wallis n'ont pas révélé d'interaction significative entre les groupes et les journées de travail ( $H_{(5)}=7,06$ ;  $p>0,05$ ) ou d'effet principal de groupe ( $H_{(1)}=0,09$ ;  $p=0,76$ ).

#### 4.4.5 Actigraphie

Les différents paramètres ambulatoires du sommeil étaient comparables entre les groupes et les périodes de sommeil puisque les ANOVAs n'ont révélé aucune interaction entre les groupes et les périodes de sommeil et aucun effet principal de groupe ou de période de sommeil. (Pour les valeurs de F et de p voir [Annexe A, Tableau 15](#), pour les données voir [Annexe A, Tableau 16](#).)

#### 4.4.6 Profondeur et qualité subjectives du sommeil

Un effet principal des périodes de sommeil a été observé pour la qualité ( $F_{(5,75)}=2,82$ ;  $p=0,02$ ) et la profondeur ( $F_{(5,75)}=4,01$ ;  $p=0,003$ ) subjectives du sommeil. Tel qu'illustré à la [Figure 13 de l'Annexe B](#), la 1<sup>ère</sup> période de sommeil a été évaluée par les policiers comme étant plus profonde et de meilleure qualité que la 2<sup>e</sup> période de sommeil ( $p<0,05$ ). De plus, la 6<sup>e</sup> période de sommeil a été évaluée comme étant plus profonde par rapport à la 2<sup>e</sup> et à la 4<sup>e</sup> période de sommeil ( $p<0,05$ ). Une tendance pour les policiers à évaluer leur sommeil comme étant plus profond lors de la 1<sup>ère</sup> période de sommeil que lors de la 4<sup>e</sup> période de sommeil a aussi été observée ( $p=0,053$ ). Les ANOVAs n'ont révélé aucune interaction entre les groupes et les périodes de sommeil pour la qualité ( $F_{(5,75)}=0,90$ ;  $p=0,48$ ) et la profondeur ( $F_{(5,75)}=0,69$ ;  $p=0,63$ ) subjectives du sommeil. De même, aucun effet principal de groupe n'a été décelé pour la qualité ( $F_{(1,15)}=0,24$ ;  $p=0,63$ ) et la profondeur ( $F_{(1,15)}=0,76$ ;  $p=0,40$ ) subjectives du sommeil.

#### **4.4.7 Patron d'exposition à la lumière (sans correction pour port de lunettes)**

**Macaron** : L'ANOVA a révélé un effet principal de groupe avec les policiers du groupe contrôle qui étaient en moyenne exposés à des niveaux de luminosité plus élevés que les policiers du groupe intervention ( $F_{(1,11)}=8,84$ ;  $p=0,01$ ). Tel qu'illustré au panneau supérieur de la [Figure 14 de l'Annexe B](#), il semble que les niveaux de luminosité étaient plus élevés entre 4h00 et 16h00, particulièrement entre 7h00 et 9h00. Toutefois, l'interaction entre les groupes et l'heure du jour ne s'est pas avérée significative ( $F_{(23,299)}=0,91$ ;  $p=0,59$ ). D'autre part, l'ANOVA a révélé un effet principal de l'heure du jour ( $F_{(23,253)}=5,05$ ;  $p<0,0001$ ). Les policiers étaient généralement exposés à des niveaux de luminosité plus élevés le matin et en soirée qu'au milieu de la journée (pour plus de détails voir [Annexe A, Tableau 17](#)).

**Détecteur de luminosité actigraphique** : L'ANOVA a révélé un effet principal de l'heure du jour ( $F_{(23,299)}=3,66$ ;  $p<0,0001$ ). De manière générale, les niveaux de luminosité étaient plus élevés le matin et en soirée qu'au milieu de la journée (pour plus de détails voir [Annexe A, Tableau 18](#)). Aucun effet principal de groupe n'a été observé ( $F_{(1,13)}=0,05$ ;  $p=0,82$ ). L'interaction entre les groupes et l'heure du jour ne s'est pas avérée significative ( $F_{(23,299)}=0,91$ ;  $p=0,59$ ). Les données de luminosité par actigraphie pour chacun des groupes sont illustrées au panneau inférieur de la [Figure 14 de l'Annexe B](#).

#### **4.4.8 Patron d'exposition à la lumière (avec correction pour port de lunettes)**

**Macaron** : Suite aux corrections selon les heures rapportées de port des lunettes orangées, l'ANOVA a révélé une interaction significative entre les groupes et l'heure du jour ( $F_{(23,276)}=3,19$ ;  $p<0,0001$ ). Tel qu'illustré au panneau supérieur de la [Figure 15 de l'Annexe B](#), un test d'effet simple entre les groupes pour chaque heure du jour a révélé que les policiers du groupe contrôle étaient exposés à des niveaux plus élevés de luminosité entre 5h00 à 10h00, 11h00 à 12h00 et 15h00 à 16h00 que les policiers du groupe intervention ( $p\leq 0,036$ ). Ces mêmes tests ont révélé une tendance pour les policiers du groupe contrôle à être exposés à des niveaux de luminosité plus élevés de 10h00 à 11h00 et de 13h00 à 14h00 (valeurs de  $p$  entre 0,052 et 0,0716). Un test d'effet simple entre les heures du jour pour chaque groupe a révélé que les niveaux de luminosité variaient significativement au cours de la journée pour les policiers du groupe contrôle ( $p<0,0001$ ) et pour ceux du groupe intervention ( $p<0,0001$ ). Ainsi, les policiers du groupe contrôle étaient exposés à des niveaux de luminosité plus élevés le matin que pendant la journée ou la soirée. De leur côté, les policiers du groupe intervention étaient généralement exposés à des niveaux de luminosité plus élevés pendant la nuit que pendant la journée (pour plus de détails voir [Annexe A, Tableau 19](#)).

**Détecteur de luminosité actigraphique** : Suite aux corrections, selon les heures rapportées de port des lunettes orangées, l'ANOVA a révélé une interaction significative entre les groupes et l'heure du jour ( $F_{(23,299)}=1,62$ ;  $p=0,04$ ). Un test d'effet simple entre les groupes pour chaque heure du jour n'a révélé aucune différence significative entre les groupes (valeurs de  $p$  entre 0,12 et 1,00). Un test d'effet simple entre les heures du jour pour chaque groupe a révélé que les

niveaux de luminosité variaient significativement au cours de la journée pour les policiers du groupe intervention ( $p < 0,0001$ ), mais pas pour ceux du groupe contrôle ( $p = 0,27$ ). Plus précisément, dans le groupe intervention, les policiers étaient exposés à des niveaux de luminosité plus bas de 9h00 à 13h00 que de 19h00 à 20h00 ( $p < 0,05$ ). Les données de luminosité par actigraphie suite aux corrections pour le port des lunettes orangées sont illustrées au panneau inférieur de la [Figure 15 de l'Annexe B](#).

#### **4.4.9 Luminothérapie**

En moyenne, les policiers du groupe intervention s'exposaient à la lampe de luminothérapie pendant  $96 \pm 19$  min par quart de travail de nuit (voir [Annexe A, Tableau 20](#)).

#### **4.4.10 Charge de travail**

L'évaluation subjective de la charge de travail physique ( $t_{(15)} = -1,31$ ;  $p = 0,22$ ) et psychologique ( $t_{(15)} = -0,002$ ;  $p = 0,999$ ), la nature stressante du travail ( $t_{(15)} = -0,84$ ;  $p = 0,41$ ) et la quantité de travail ( $t_{(15)} = -0,78$ ;  $p = 0,45$ ) moyennes étaient jugées faibles sur une échelle de 0 à 10 et étaient comparables entre les groupes (voir [Annexe A, Tableau 21](#)).

#### **4.4.11 Échelle d'impact d'événements traumatisants (IET)**

Un seul policier (1i) a rapporté un événement traumatisant suite aux 7 quarts de travail de nuit, avec un score total de 15/88, qui est considéré comme normal ( $< 33$ ) [153].

### **4.5 Deuxième période ambulatoire : retour à un horaire diurne**

#### **4.5.1 Heure de lever et de coucher**

Les heures moyennes de coucher ( $t_{(15)} = 1,58$ ;  $p = 0,14$ ) et de lever ( $t_{(15)} = 0,78$ ,  $p = 0,45$ ) des policiers étaient comparables entre les groupes (voir [Annexe A, Tableau 4](#)).

#### **4.5.2 Adaptation circadienne**

**6-sulfatoxy-mélatonine urinaire :** [La Figure 16 de l'Annexe B](#) illustre l'évolution du taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine lors des épisodes de sommeil de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire à la 2<sup>e</sup> période ambulatoire. On observe sur cette figure que le taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine était comparable entre les policiers du groupe intervention et les policiers du groupe contrôle lors du retour à un horaire conventionnel (PS 7 & 8A). L'ANOVA n'a révélé aucune interaction entre les groupes et les périodes de sommeil ( $F_{(1,14)} = 0,23$ ;  $p = 0,64$ ) et aucun effet principal de groupe ( $F_{(1,14)} = 0,19$ ;  $p = 0,67$ ) ou de période de sommeil ( $F_{(1,14)} = 1,55$ ;  $p = 0,23$ ).

**Cortisol salivaire :** [La Figure 17 de l'Annexe B](#) illustre l'évolution du ratio de cortisol de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire à la 2<sup>e</sup> période ambulatoire. On observe sur cette figure que le ratio de cortisol était comparable entre les policiers du groupe intervention et les policiers du groupe

contrôle lors du retour à un horaire conventionnel (suivant les PS7&8A). L'ANOVA n'a pas révélé d'interaction entre les groupes et les journées ( $F_{(1,13)}=0,4$ ;  $p=0,54$ ) ou d'effet principal de groupe ( $F_{(1,13)}=0,5$ ;  $p=0,49$ ). L'ANOVA a révélé un effet principal de journée avec un ratio de sécrétion de cortisol qui était plus élevé suivant les périodes de sommeil 9&10A que suivant les périodes de sommeil 7&8A ( $F_{(1,13)}=6,73$ ;  $p=0,02$ ).

### 4.5.3 Actigraphie

Les ANOVAs n'ont révélé aucune interaction entre les groupes et les périodes de sommeil et aucun effet principal de groupe ou de période de sommeil pour les paramètres du sommeil suivants calculés à l'aide des données actigraphiques : LE, TEAE, nombre de réveils et le TTS (pour les valeurs de F et de p voir [Annexe A, Tableau 15](#)). Une tendance pour un effet principal de groupe a été observée ( $p=0,07$ ) lors des premières journées de congé suivant la semaine de quarts de nuit avec une tendance à une plus grande efficacité du sommeil chez les policiers du groupe contrôle. De manière générale, les différents paramètres du sommeil étaient comparables entre les groupes et les périodes de sommeil (voir [Annexe A, Tableau 16](#)).

### 4.5.4 Profondeur et qualité subjectives du sommeil

Les ANOVAs n'ont pas révélé d'effet principal de groupe ou de la période de sommeil pour la qualité (Groupe :  $F_{(1,15)}=0,53$ ,  $p=0,48$ ; Période de sommeil :  $F_{(4,60)}=0,49$ ,  $p=0,74$ ) et la profondeur (Groupe :  $F_{(1,15)}=0,96$ ;  $p=0,34$ ; Période de sommeil :  $F_{(4,60)}=0,66$ ;  $p=0,62$ ) subjectives du sommeil. De même, les ANOVAs n'ont pas révélé d'interaction entre les groupes et les périodes de sommeil pour la qualité ( $F_{(4,60)}=0,24$ ;  $p=0,92$ ) et pour la profondeur ( $F_{(4,60)}=0,35$ ;  $p=0,85$ ) subjectives du sommeil (données illustrées à [l'Annexe B, Figure 18](#)).

## 4.6 Sommaire des résultats

En début d'étude, les deux groupes étaient comparables au niveau de leur sommeil, de leur performance psychomotrice et de leur ajustement circadien, lesquels étaient compatibles avec un rythme de vie diurne. En fin d'étude, le changement de phase des 3 marqueurs circadiens (point milieu de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire, acrophases de la mélatonine et du cortisol salivaires) était plus grand chez les policiers du groupe intervention que chez ceux du groupe contrôle. Bien que ces différences entre les groupes étaient dans la direction escomptée, ces dernières n'étaient pas statistiquement significatives.

Des différences non significatives dans le sens escompté des **hypothèses 1 et 2** furent également notées entre les groupes dans la rapidité d'adaptation circadienne au cours de la semaine de travail de nuit. Le taux d'excrétion urinaire de la 6-sulfatoxy-mélatonine pendant les périodes de sommeil diurnes était plus élevé chez les policiers du groupe intervention après la 3<sup>e</sup> journée de travail de nuit. Il n'y avait pas de différence marquée dans les niveaux de luminosité entre les policiers du groupe intervention et ceux du groupe contrôle. À chaque quart de travail de nuit, les policiers du groupe intervention s'exposaient à la lampe de luminothérapie pendant environ 1h30. Sur la base de ces données et des études antérieures, nous en déduisons que le facteur majeur du faible ajustement circadien des policiers de notre groupe intervention était une

exposition insuffisante à la lampe de luminothérapie dans les voitures de patrouille durant les quarts de nuit.

Une détérioration des performances était visible en fin de nuit pour les policiers des deux groupes. Par contre, tout au long des 7 quarts de travail de nuit et lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire, les policiers du groupe intervention présentaient une vigilance subjective et une performance psychomotrice plus stables et maintenaient généralement des niveaux similaires ou supérieurs à ceux des policiers du groupe contrôle. Les écarts les plus importants observés entre les groupes sont survenus entre les 4<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> quarts de nuit et apparaissaient simultanément pour les niveaux de performance psychomotrice, de vigilance subjective et d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine lors du sommeil de jour. Cette interprétation des résultats supporte **l'hypothèse 3** à savoir qu'une meilleure adaptation circadienne s'associerait à une meilleure vigilance au travail.

Ainsi, dans le groupe contrôle, une baisse significative de performance fut observée à partir du 5<sup>e</sup> quart de travail de nuit comparativement au 2<sup>e</sup> quart de nuit, lorsque la performance était maximale. En comparaison, la performance était maintenue tout au cours de la semaine de travail de nuit dans le groupe intervention. Pour les policiers des deux groupes, il y avait plus de minutes d'éveil, de stade 2 et de SP lors des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> tiers des périodes de sommeil nocturnes ou diurnes documentées en laboratoire. La durée et l'organisation du sommeil telles que mesurées par polysomnographie en laboratoire se sont maintenues d'une visite à l'autre et étaient similaires entre les 2 groupes. Ces résultats ne supportent pas **l'hypothèse 4** selon laquelle le sommeil serait plus long et de meilleure qualité chez les policiers du groupe intervention. Encore une fois, ces résultats modestes sont expliqués par une exposition sous-optimale à la luminothérapie.

## 5. DISCUSSION

### 5.1 Adaptation circadienne

En début d'étude, tous les policiers étaient normalement ajustés à un horaire de vie diurne, tel que mesuré par le point milieu de la courbe d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine qui survenait pendant la période de sommeil nocturne. Les résultats obtenus basés sur l'acrophase de la courbe de mélatonine et de cortisol salivaires étaient plus variables mais ceux-ci montraient aussi une adaptation circadienne moyenne des policiers à un horaire de vie diurne. La durée et l'organisation du sommeil, la vigilance subjective et la performance psychomotrice étaient comparables entre les groupes lors de cette première visite en laboratoire. En fin d'étude, le changement de phase des 3 marqueurs circadiens (point milieu de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire, acrophases de la mélatonine et du cortisol salivaires) était plus grand chez les policiers du groupe intervention que chez ceux du groupe contrôle. Bien que ces différences entre les groupes étaient dans la direction escomptée, ces dernières n'étaient pas statistiquement significatives.

Des différences non significatives furent également notées entre les groupes dans la rapidité d'adaptation circadienne au cours de la semaine de travail de nuit. Ainsi, une augmentation graduelle du taux d'excrétion urinaire de la 6-sulfatoxy-mélatonine au cours des 6 périodes ambulatoires de sommeil diurnes suivant les quarts de nuit était observée chez les policiers des deux groupes et semblait plus rapide chez ceux du groupe intervention, ceci supportant **l'hypothèse 2**.

Le taux d'excrétion urinaire de la 6-sulfatoxy-mélatonine pendant les périodes de sommeil diurnes était plus élevé chez les policiers du groupe intervention à partir de la 3<sup>e</sup> journée de travail de nuit. L'analyse du cortisol salivaire montrait une plus grande variabilité que celle escomptée de sorte qu'il est difficile de tirer des conclusions sur la base de ce paramètre. Dans l'ensemble, les résultats montrent des tendances non significatives dans le sens escompté de **l'hypothèse 1**. Ces résultats modestes peuvent s'expliquer par un degré d'adaptation circadienne plus important chez les policiers du groupe contrôle, une exposition à la lumière insuffisante chez les policiers du groupe intervention et une plus grande variabilité qu'escomptée dans les paramètres mesurés.

Le changement de phase du point milieu de la courbe de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire de 5 policiers sur 8 (62%) du groupe intervention et de 5 policiers sur 9 (56%) du groupe contrôle a été suffisant pour que ce point se retrouve pendant la période de sommeil diurne lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire. Le changement de phase mesuré par le point milieu de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire chez le groupe contrôle ( $-5,75 \pm 2,10$ ) est comparable au changement de phase observé pour le point milieu de la mélatonine salivaire chez le groupe contrôle de notre précédente étude ( $-5,08 \pm 2,32$ h) [129]. De même, dans une étude de Baehr et al. [120], la moitié des participants (52%) exposés à la lumière de moins de 500 lux lors de leurs quarts de travail de nuit simulés de 8 heures étaient adaptés à leur nouvel horaire à la fin du 8<sup>e</sup> quart. Dans la même étude, un autre groupe était exposé à la lumière vive (~5 000 lux) de façon intermittente (40 minutes suivi de 20 minutes à <500 lux) pendant les six premières heures des trois premiers quarts de nuit.

Après 8 quarts de nuit, ils étaient majoritairement adaptés (94%) au travail de nuit. Les participants des deux groupes portaient des lunettes foncées (7% transmission) lorsqu'ils étaient exposés à la lumière du jour et suivaient un horaire de sommeil/obscurité régulier de jour d'une durée de 8 heures. Les résultats obtenus dans le groupe intervention de notre étude, avec seulement 62% des policiers qui se sont adaptés, diffèrent de ceux rapportés par Baehr et al. [120]. Plusieurs études (simulées ou sur le terrain), dont la nôtre chez des infirmiers(ères) de nuit [59, 60], ont utilisé la lumière vive (entre 1 000 à 12 000 lux) combinée avec un horaire régulier de sommeil/obscurité et/ou le port de lunettes le matin pour obtenir une adaptation circadienne chez la majorité des participants (entre 78 et 100%) comparée à une adaptation circadienne limitée à 0 à 52% des cas en l'absence de l'uminothérapie [60, 114, 118, 120, 122, 129].

Considérant que tous les policiers du groupe intervention ont suivi l'horaire de sommeil/obscurité et qu'ils ont porté les lunettes orangées, il est probable que l'exposition à la lampe de l'uminothérapie n'ait pas été optimale. Cette interprétation est supportée par le fait qu'il n'y avait pas de différence marquée dans les niveaux de luminosité pendant la nuit entre les policiers du groupe intervention et ceux du groupe contrôle. Selon le protocole établi, on se serait attendu à une luminosité plus élevée pendant les 6 premières heures des quarts de travail de nuit chez les policiers du groupe intervention, tel qu'observé dans notre précédente étude [59]. De même, une étude récente de Lee et al. [124] a mesuré l'adaptation circadienne de participants après 2 quarts simulés de nuit consécutifs. Pour tous leurs participants, les quarts de nuit simulés se déroulaient en laboratoire de 23h00 à 7h00 et leurs périodes de sommeil diurnes se déroulaient à la maison. Les participants du groupe d'intervention étaient exposés 15 min par heure pendant 5 heures à une lumière entre 3 000 à 5 910 lux, portaient des lunettes de type Blue-blockers lors de leur retour à domicile et dormaient dans une chambre sombre selon un horaire régulier.

Les participants du groupe contrôle passaient les quarts de travail de nuit dans un environnement lumineux de moins de 50 lux, portaient des lunettes de soleil régulières (maximum de transmission de 55%) et pouvaient se coucher à l'heure qu'ils désiraient. Après 2 quarts de nuit, un délai de plus de 3 heures dans le début de sécrétion, le point milieu et la fin de sécrétion de la mélatonine salivaire fut observé chez les participants du groupe intervention par rapport à un délai de moins d'une heure chez les participants du groupe contrôle. Ces études suggèrent que le facteur principal influençant le faible ajustement circadien des policiers de notre groupe intervention était une exposition insuffisante à la lampe de l'uminothérapie dans les voitures de patrouille.

L'utilisation de lumière intermittente elle-même ne semble pas en cause puisque notre étude antérieure [59, 60] et celles d'autres laboratoires [120, 122, 124, 154] en ont démontré l'efficacité. L'environnement dans lequel évoluaient les participants lors de ces études permettait l'installation de stations de l'uminothérapie, rendant celles-ci plus accessibles et plus faciles à utiliser. Dans la présente étude, les policiers du groupe intervention ont rapporté s'être exposés à la lampe de l'uminothérapie en moyenne  $96 \pm 19$  minutes par quart de travail de nuit. Selon les commentaires recueillis auprès des policiers ([Annexe F](#)), le manque d'ajustement pourrait venir d'un temps d'exposition insuffisant à la lampe dû aux contraintes du travail (appels, conduite) ou à un inconfort face à cette lampe de l'uminothérapie, ayant pu diminuer son utilisation (aveuglement, incapacité à voir à l'extérieur, clignement des paupières, détournement du regard).

Donc, malgré le temps d'exposition rapporté, il est possible que l'exposition rétinienne à la lumière vive n'ait pas été optimale. Une étude de Paul et al. a démontré que le choix du type de lampe et de l'intensité lumineuse jouait un grand rôle dans l'efficacité à déplacer la phase circadienne [155]. Ainsi, dans cette étude qui comparait 4 appareils émettant de la lumière, l'appareil ayant été le plus efficace (plus grand délai de phase mesuré) était celui qui émettait la lumière la moins intense (350 lux). Les auteurs ont rapporté que les autres appareils provoquaient des comportements d'évitement tels qu'un clignement plus fréquent et soutenu des yeux ou une déviation du regard dans une direction autre que celle du faisceau lumineux.

Quelques études ont démontré que le port de lunettes et le suivi d'un horaire régulier de sommeil pouvaient accélérer l'adaptation circadienne au travail de nuit [116, 117] ou améliorer les épisodes diurnes de sommeil [156]. Ainsi, même sans la luminothérapie, le port de lunettes associé à un horaire régulier de sommeil/obscurité serait suffisant pour créer une adaptation circadienne après 7 quarts de travail de nuit. Il ne faut donc pas écarter la possibilité que l'ajustement et l'étanchéité imparfaite des lunettes aient pu provoquer une infiltration de lumière indésirable. En effet, la monture des lunettes ne bloquait pas entièrement l'entrée de lumière sur les côtés. Puisque la taille était universelle, certains policiers ont mentionné de manière informelle que les montures avaient parfois tendance à glisser ([Annexe F](#)). De plus, lors d'une rencontre de suivi avec les partenaires, il nous a été mentionné que le port de lunettes orangées nuisait à la perception des couleurs, ce qui rendait la conduite automobile potentiellement problématique. Dans notre étude, 3 policiers du groupe intervention avaient aussi rapporté que le port de lunettes réduisait leur vigilance subjective en fin de nuit ([Annexe F](#)). Il est bien connu qu'après un quart de nuit, lors du retour à la maison, les processus homéostatique et circadien régulant la vigilance convergent pour accroître la somnolence [157], moment propice aux accidents pour les travailleurs de nuit [158, 159].

En plus de son effet sur l'adaptation circadienne, nous savons que la lumière de courte longueur d'onde améliore directement la vigilance [131, 160, 161]. Il a été montré que l'utilisation de lunettes bloquant cette lumière diminue l'effet supprimeur de la lumière sur la mélatonine [102, 131, 162]. Par conséquent, si le port des lunettes orangées après un quart de nuit accélère l'adaptation circadienne, il pourrait simultanément réduire la vigilance du travailleur lors du retour à domicile, un effet qui soulève des considérations d'ordre sécuritaire [163]. Par contre, un autre groupe rapporte que l'utilisation de lunettes bloquant la lumière de courte longueur d'onde n'affecte pas les niveaux de performance la nuit [164]. Une controverse scientifique persiste donc toujours quant aux avantages et inconvénients du port de lunettes bloquant les longueurs d'onde courtes à ce moment de la journée.

Il a été démontré que l'horaire de sommeil/obscurité joue un rôle important pour l'adaptation au travail de nuit [59, 60, 117, 119, 122, 130]. Il a ainsi été observé par Horowitz et al. [117] que sans un horaire fixe de sommeil, l'utilisation de la lumière vive pendant la nuit n'atteignait pas son plein potentiel. En effet, le changement de phase obtenu après une exposition à de la lumière vive pendant la nuit combiné à un horaire de sommeil libre était comparable à celui obtenu après une exposition à de la lumière ordinaire d'intérieur pendant la nuit combinée à un horaire de sommeil fixe le jour [117]. Dans notre étude, bien que les policiers du groupe contrôle ne recevaient pas à proprement parler d'intervention, ils dormaient tout de même dans l'obscurité.

De plus, la majorité (7/9) des policiers du groupe contrôle a suivi un horaire de sommeil régulier sans intervention de notre part. Ces périodes de sommeil fixes dans l'obscurité ont ainsi pu favoriser un ajustement circadien au travail de nuit chez les policiers du groupe contrôle.

Bien que de manière générale, les travailleurs ne s'adaptent pas spontanément au travail de nuit [61, 106], il a été observé que l'adaptation spontanée survenant chez les travailleurs de nuit était étroitement liée à leur patron d'exposition à la lumière. Tel que décrit par Koller et al. [64], de plus grands délais de phase étaient corrélés à une exposition moindre à la lumière vive le matin. Des observations similaires par Dumont et al. [109] viennent supporter l'idée que le patron d'exposition lumineuse joue un rôle pour l'adaptation circadienne des travailleurs de nuit. Globalement, les travailleurs ne s'étant pas adaptés étaient exposés à des niveaux de luminosité faibles pendant la nuit et la soirée et plus élevés pendant la journée.

De plus, des études chez des travailleurs de plates-formes pétrolières nordiques ont mesuré que sous certaines conditions particulières (patrons de lumière/obscurité et d'activité adaptés à l'horaire inversé, périodes de sommeil dans l'obscurité et dans le calme, aucune pression sociale), l'adaptation au travail de nuit était complète chez la majorité des travailleurs suivant 7 quarts de travail de nuit consécutifs [165, 166]. Le même phénomène a été observé chez des travailleurs œuvrant en Antarctique [104, 113]. Cette adaptation graduelle a aussi été observée lors de simulation de quarts de travail de nuit en laboratoire [123, 167].

Il est donc possible que des policiers du groupe contrôle se soient adaptés suivant 7 quarts consécutifs de travail d'autant plus qu'il est probable que certains des policiers aient porté des lunettes de soleil lors du retour à la maison. Lors d'un suivi téléphonique en août 2008, une question concernant le port de lunettes de soleil a été posée aux policiers du groupe contrôle : « *De manière générale, lorsqu'il fait soleil à la fin des quarts de nuit, portez-vous des lunettes de soleil?* ». Des 8 policiers contactés du groupe contrôle, 4 ont répondu toujours porter des lunettes de soleil, 2 souvent, 1 rarement et 1 jamais.

Finalement, d'autres facteurs peuvent influencer la capacité d'adaptation au travail de nuit et/ou la tolérance à la privation de sommeil, entre autres : le chronotype, la flexibilité face aux changements d'horaire de sommeil, des facteurs sociaux (pression familiale et /ou sociale) et l'âge [168-172], de même que des prédispositions génétiques [173]. Chacun de ces facteurs a pu contribuer à favoriser ou non l'adaptation des policiers (contrôle et intervention) au travail de nuit. Vu la petite taille de notre échantillon, il n'est pas possible de déterminer avec certitude l'impact de chacun de ces différents facteurs sur l'adaptation circadienne. Une étude à plus grande échelle permettrait d'approfondir cette question.

## **5.2 Performance psychomotrice et vigilance subjective**

Globalement, les données de vigilance subjective et de performance psychomotrice récoltées au cours des 7 quarts de travail de nuit et lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire favorisent l'intervention, quoique les différences entre groupes sont plus faibles qu'escomptées et n'atteignent que rarement un niveau significatif. En effet, tout au long des 7 quarts de travail de nuit et lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire, les policiers du groupe intervention présentaient une vigilance subjective et une performance plus stables et maintenaient des niveaux similaires ou supérieurs à ceux des

policiers du groupe contrôle. Ainsi, chez les policiers du groupe contrôle, la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées et la vitesse médiane diminuaient significativement lors d'un ou plusieurs des 3 derniers quarts de nuit par rapport à celle observée au début de la semaine. La vigilance subjective moyenne au cours des quarts de nuit était supérieure chez les policiers du groupe intervention à partir du 4<sup>e</sup> quart de nuit et se maintenait à un niveau stable jusqu'au 7<sup>e</sup> quart de nuit.

Ceci semble attribuable au fait que la vigilance subjective des policiers du groupe contrôle diminuait suite au 4<sup>e</sup> quart de nuit et se maintenait à ce niveau inférieur jusqu'au dernier quart de nuit. Il est intéressant de noter que les écarts les plus importants observés entre les groupes surviennent entre les 4<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> quarts de nuit et apparaissent simultanément pour les niveaux de performance psychomotrice, de vigilance subjective et d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine lors du sommeil de jour. Cette interprétation des résultats supporte **l'hypothèse 3**, à savoir qu'une meilleure adaptation circadienne s'associerait à une meilleure vigilance au travail. Cependant ces différences n'ont pas toujours été significatives.

Nos résultats de performance psychomotrice du groupe contrôle au cours des 7 quarts de nuit diffèrent de ceux obtenus par Lamond et al. lors d'une simulation de 7 quarts de travail de nuit consécutifs chez des volontaires n'étant pas exposés à de la lumière vive pendant les quarts de nuit [174]. Lamond et al. ont observé que la performance psychomotrice sur la TVP diminuait lors du premier quart de travail de nuit par rapport aux valeurs de base, s'améliorait graduellement au cours des 7 quarts de nuit et rejoignait le niveau de base à partir du 4<sup>e</sup> quart. Des différences dans la collecte de données (laboratoire versus ambulatoire), la fréquence des tests et les méthodes d'analyse de la performance peuvent expliquer les différences que l'on observe entre les études.

Une amélioration graduelle de la performance psychomotrice et de la vigilance subjective a aussi été observée par Björvatn et al. au cours de 7 quarts de nuit consécutifs sur une plate-forme pétrolière [175]. Tel que mentionné précédemment, les conditions particulières des travailleurs de plates-formes pétrolières font en sorte que ceux-ci s'adaptent au travail de nuit après une semaine de travail [165, 166] et peuvent expliquer que nos résultats diffèrent de ceux obtenus par Björvatn et al. Lors d'une étude par Crowley et al. simulant 5 quarts de travail de nuit consécutifs [176], la performance et la vigilance subjective des participants non adaptés diminuaient tandis que celles des participants adaptés ou partiellement adaptés restaient stables au cours des 5 quarts de nuit. Les résultats de cette dernière étude se comparent à ceux observés au cours de notre étude.

### 5.3 Sommeil

La durée et l'organisation du sommeil telles que mesurées par polysomnographie se sont maintenues d'une visite à l'autre et étaient similaires entre les 2 groupes. De même, les paramètres du sommeil mesurés par actigraphie au cours des périodes de sommeil diurnes suivant les quarts de travail de nuit ne variaient pas et étaient similaires entre les deux groupes. Ces résultats ne supportent pas **l'hypothèse 4** selon laquelle le sommeil serait plus long et de meilleure qualité chez les policiers du groupe intervention. Par contre, lors de la semaine de congé suivant la semaine de travail de nuit, l'efficacité du sommeil des policiers du groupe

intervention lors des 2 premières périodes nocturnes de sommeil avait tendance à être inférieure à celle observée chez les policiers du groupe contrôle. Cette tendance disparaissait lors des 2 périodes de sommeil suivantes. Il est possible que les policiers du groupe contrôle aient présenté un besoin de récupération de sommeil légèrement supérieur à celui du groupe intervention à la fin de leur semaine de travail de nuit, témoignant d'un ajustement physiologique inférieur chez ces premiers. Cette interprétation n'a pas été directement testée dans la présente étude.

Les résultats de la présente étude diffèrent de ceux rapportés dans notre étude antérieure chez des infirmières, laquelle avait montré qu'une meilleure adaptation circadienne au travail de nuit augmente significativement la durée des épisodes diurnes de sommeil [111]. Ils diffèrent aussi des résultats obtenus par Yoon et al. lors d'une étude terrain chez des infirmières travaillant sur un horaire rotatif incluant 4 quarts de 10 heures de nuit consécutifs [177]. Au cours de leur étude, 3 scénarios ont été observés : 1) exposition à de la lumière normale la nuit (100-500 lux) suivie de lumière vive le matin ( $\geq 10\ 000$  lux, pendant 1 heure), 2) lumière vive la nuit (4 000-6 000 lux, de 1h00 à 5h00 suivi de  $\geq 10\ 000$  lux ou plus, pendant 1 heure) et 3) lumière vive la nuit et port de lunettes foncées le matin. Ces auteurs ont montré que le port des lunettes améliorait significativement la quantité totale de sommeil par rapport aux groupes étant exposés à la lumière vive le matin. Dans l'ordre, l'efficacité du sommeil était plus élevée chez les travailleurs du 3<sup>e</sup> groupe, suivi des travailleurs du 2<sup>e</sup> groupe et finalement du 1<sup>er</sup> groupe. Cette étude, comme d'autres [114, 120, 124], ont observé des effets positifs sur le sommeil chez les participants recevant une intervention par rapport à ceux n'en recevant pas. Ceci n'a pas été observé lors de notre étude et est peut-être expliqué par une différence entre les groupes plus petite qu'escomptée dans le niveau d'exposition lumineuse la nuit et par conséquent, d'adaptation circadienne.

## 6. CONCLUSION

Le **projet de recherche** visait à tester la faisabilité d'une intervention incluant une exposition intermittente à des lampes de luminothérapie la nuit, le port de lunettes orangées au lever du soleil et le maintien d'un horaire régulier de sommeil/noirceur de jour chez des policiers patrouilleurs travaillant selon un horaire en rotation. L'intervention a produit des effets qui pour la plupart ont été dans la direction escomptée mais n'ont pas amené de grande différence significative entre les groupes. Une différence notable fut observée entre les groupes au niveau de l'évolution de la performance psychomotrice lors de la semaine de quarts de travail de nuit.

**Hypothèse 1 :** Le délai de phase des 3 marqueurs circadiens (point milieu de la 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire et acrophase des courbes de mélatonine et cortisol salivaires) étaient plus grands chez les policiers du groupe intervention que ceux du groupe contrôle. Cependant, ces différences entre les groupes n'ont pas atteint le niveau significatif.

**Hypothèse 2 :** Un rétablissement plus rapide des niveaux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine en période de sommeil diurne fut observé au cours de la semaine de travail de nuit chez les policiers du groupe intervention, suggérant une adaptation circadienne plus rapide (quoiqu'incomplète) au travail de nuit que chez les policiers du groupe contrôle, particulièrement à partir du 3<sup>e</sup> - 4<sup>e</sup> quarts de nuit.

**Hypothèse 3 :** L'intervention testée était bénéfique pour la performance au travail des policiers puisque celle-ci demeurait stable d'un quart de nuit à l'autre tandis qu'une détérioration significative au cours de la semaine fut observée pour le groupe contrôle. Cette détérioration s'est manifestée par une réduction de la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées et de la vitesse médiane à la TVP effectuée en début et fin de quart de travail.

**Hypothèse 4 :** Les paramètres des périodes de sommeil diurnes en ambulatoire ou en laboratoire étaient comparables entre les groupes.

Malgré le caractère modeste des changements obtenus dans le présent projet, les changements observés sont survenus dans la direction escomptée. Vu l'échantillonnage limité de ce projet, il n'a pas été possible de tester l'influence de l'âge et des conditions familiales. Par contre, nous avons détecté de manière fortuite que les travailleurs âgés de plus de 30 ans semblaient présenter plus de difficultés à ajuster leurs rythmes circadiens au travail posté. Ces observations suggèrent que des différences entre les groupes pourraient être plus marquées chez des travailleurs plus fragiles à la désynchronisation circadienne. Ces hypothèses seront testées ultérieurement car elles requièrent une validation par des études à plus long terme, chez un plus grand nombre de policiers, en utilisant principalement des mesures ambulatoires.

Dans la présente étude, l'efficacité du sommeil et le taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine pendant le sommeil semblaient moindres chez les policiers du groupe intervention que ceux du groupe contrôle lors des 2 premiers jours de congé suivant la semaine de travail de nuit. La collecte de données terrain chez un plus grand nombre de participants au cours d'un ou plusieurs cycles complets de travail permettra d'explorer les changements de phase circadienne en fonction de l'horaire de travail. Il pourrait aussi être envisagé d'utiliser la luminothérapie pour

accélérer le retour à un horaire diurne, ce qui a déjà été fait chez des travailleurs de plates-formes pétrolières [112, 178] et chez des travailleurs de la NASA [127]. Dans le cas précis des policiers, les quarts de nuit étant suivis de 7 jours de congé et de 4 quarts de soir, il serait possible d'effectuer un retour graduel vers un rythme de vie diurne suivant une semaine de travail de nuit.

## 7. APPLICABILITÉ DES RÉSULTATS

On estime qu'environ 750 000 québécois travaillent sur des horaires qui sont en dehors des heures conventionnelles de jour. Il est maintenant indéniable que les travailleurs postés présentent un risque accru de développer plusieurs maladies physiques telles que des maladies cardiovasculaires, un syndrome métabolique, des troubles digestifs, divers cancers et diverses maladies mentales. Il est donc urgent de développer des stratégies pour contrer les effets néfastes du travail posté afin d'améliorer l'état de santé de la population active, sa satisfaction et sa productivité au travail. D'ailleurs en fin 2007, l'agence internationale de recherche sur le cancer, une branche de l'Organisation mondiale de la santé, a reconnu le travail de nuit comme carcinogène potentiel. En mars 2009, le Danemark a même compensé financièrement des travailleuses postées qui avaient développé un cancer ayant pu découler de plusieurs années de travail de nuit (même limité à 3 quarts de nuit/mois) [179]. Bien que la notion d'exposition à risque au travail de nuit demeure inconnue, la confirmation de ces résultats et la recherche des mécanismes impliqués dans le développement des troubles médicaux reliés au travail posté sont à l'avant-plan de la recherche sur le sommeil et les rythmes circadiens.

La privation aiguë et chronique de sommeil, combinée à une désynchronisation circadienne, a pour conséquence d'augmenter significativement le risque d'incidents et d'accidents [7-9] en plus de réduire la productivité des travailleurs postés [8]. Un mythe voudrait que les individus en situation critique, par exemple responsables d'opérations d'urgence tels que les policiers, pompiers ou travailleurs de la santé, puissent surmonter leur tendance naturelle à dormir. La situation réelle est tout autre. Des études éloquentes comparant la baisse de performance induite par la privation de sommeil à celle induite par l'alcool [180] nous rappellent les implications légales de travailler sous l'influence de facultés affaiblies.

La présente recherche a permis d'appliquer à un autre environnement de travail et d'organisation d'horaires les succès scientifiques récoltés au cours d'une étude précédente financée par l'IRSST et impliquant des travailleurs de la santé [141]. Le présent projet de recherche vise à développer des approches complémentaires de gestion de la fatigue chez les policiers en auto-patrouille travaillant sur horaires rotatifs. Un autre volet de cette recherche portait sur une approche complémentaire mais le présent rapport rend compte des résultats du module 2 uniquement, soit celui mené auprès du SPVM.

Contrairement à notre étude antérieure, les policiers étudiés travaillent sur un horaire rotatif, lequel comporte des quarts de 8 - 9 heures de jour, soir et nuit. Ces derniers opèrent en auto-patrouille et sont ainsi en constante interaction avec l'environnement externe contrairement aux travailleurs de la santé de notre étude précédente. Il s'agit donc de conditions de travail beaucoup plus complexes pour l'adaptation circadienne.

Le projet utilise une approche similaire à celle testée lors de notre étude antérieure chez les travailleurs de la santé [59, 60]. Elle offre aux policiers en auto-patrouille une intervention terrain comprenant une exposition intermittente à des lampes portables de luminothérapie la nuit, le port de lunettes orangées au lever du soleil et le maintien d'un horaire stable de sommeil/obscurité le jour. Les résultats de ce projet ont révélé une performance psychomotrice plus stable lors d'une série de 7 quarts de nuit consécutifs pour les policiers ayant reçu

l'intervention que pour ceux ne l'ayant pas reçue. Bien que l'ajustement circadien était plus rapide chez ces derniers, aucune différence significative entre les groupes ne fut observée sur ce paramètre ou sur la durée de sommeil. Ces résultats sont interprétés comme découlant d'une exposition aux lampes de luminothérapie la nuit plus faible qu'escomptée. Des améliorations technologiques sont à considérer dans les phases futures de recherche.

Malgré le caractère modeste des changements obtenus dans ce projet, ces derniers sont survenus dans la direction escomptée. Ce projet a également permis de confirmer la faisabilité dans un contexte de recherche de ces approches complémentaires en situations réelles de travail. Des développements technologiques sont souhaitables afin d'améliorer les performances et réduire les limitations des technologies proposées. En particulier, des lunettes qui affectent moins la perception des couleurs et des unités de luminothérapie moins éblouissantes semblent désirables.

Nos efforts futurs consisteront à combiner différentes approches afin de développer des interventions pratiques et réalistes pour les travailleurs postés. Il faut souligner que le groupe de policiers étudiés dans le cadre de ce projet était relativement jeune comparativement à notre étude antérieure. Vu l'échantillonnage limité de ce projet, il n'a pas été possible de tester directement l'influence de l'âge et des conditions familiales. Par contre, nous avons observé que les policiers âgés de plus de 30 ans semblaient présenter plus de difficultés à ajuster leurs rythmes circadiens au travail posté. Ces observations suggèrent que les bénéfices escomptés d'une intervention visant à améliorer l'ajustement circadien seraient plus grands chez les travailleurs à risque. Cette réflexion demeure importante pour l'applicabilité des résultats de la présente recherche et sera considérée dans le développement des phases futures de cette ligne de recherche.

## 8. RETOMBÉES ÉVENTUELLES

Les résultats de la présente étude rappellent l'importance que l'adaptation circadienne joue dans la sévérité des troubles d'ajustement au travail de nuit. Ce projet fait suite à une étude antérieure financée par l'IRSST laquelle avait démontré, chez des infirmiers et infirmières, l'effet bénéfique d'un régime d'intervention utilisant la luminothérapie en milieu de travail la nuit. Les résultats de cette première étude figurent parmi ceux de notre laboratoire de recherche ayant obtenu la plus grande diffusion. Ces résultats avaient fait l'objet de nombreuses présentations dans des forums de santé et sécurité au travail (CSST, ASSTSAS, AQHSST, Conseil du Trésor, conférences de l'ACREST), des congrès provinciaux, nationaux et internationaux (total de  $\geq 22$  présentations invitées et  $\geq 45$  abrégés de recherche), en plus de donner lieu à 7 articles originaux de recherche avec comités de pairs, 4 chapitres de livres, une thèse de maîtrise et un rapport de recherche de l'IRSST disponible en français et anglais.

Les résultats de cette première recherche ont également été diffusés en milieu de travail où ils ont suscité un grand intérêt. Le transfert de connaissances fut réalisé par l'intermédiaire de plusieurs articles de vulgarisation dans des périodiques tels que la revue *Objectif Prévention* de l'Association Sectorielle des Affaires Sociales, la revue *Prévention au Travail*, la revue en ligne *Piste*, le Bulletin de la *F.I.I.Q.* (Fédération des Infirmières et Infirmiers du Québec) et le journal *Fréquences* de la Corporation d'Urgences Santé, pour n'en nommer que quelques-uns. Ils ont été diffusés dans des revues cliniques telles que *Le Clinicien* ou *Le Médecin du Québec* et dans des congrès médicaux tels que celui des médecins de la Commission de la Santé et Sécurité du Travail de Québec (CSST; février 2005, Montréal) et celui de l'Association Canadienne de la Médecine du Travail et de l'Environnement (ACMTE; octobre 2008, Québec).

Cette ligne de recherche continue de retenir l'intérêt des médias, ce qui permet d'accélérer le transfert de connaissances vers les principaux utilisateurs de ces recherches. Enfin, les résultats de nos recherches financées par l'IRSST ont été intégrés à plusieurs cours universitaires sous-gradués et gradués des Universités McGill, de Montréal, Laval (Chaire en Santé et Sécurité du Travail) et de l'École des Hautes Études Commerciales. Cette approche éducationnelle maximise les chances de former la relève dans cette importante voie de recherche pour les travailleurs québécois.

Dans le cadre de la présente étude chez des policiers en auto-patrouille, une dizaine de sessions d'information et/ou de travail avec les parties patronales et syndicales des corps policiers du SVPM ont été tenues, dont l'une à l'École Nationale de Police (mai 2006). Ces sessions ont été tenues en collaboration avec l'APSAM et ont soulevé l'intérêt d'autres groupes de travailleurs tels que les cols bleus de la Ville de Montréal, les agents de la Sûreté du Québec et le service d'incendie de la ville de Montréal. En novembre 2008, la chercheuse Dr Diane B. Boivin a participé au congrès *Big Ten* tenu à Montréal, lequel réunissait les corps policiers canadiens. Ces derniers attendent avec impatience les résultats de la présente étude et d'autres conférences sont prévues à cet effet.

Les résultats préliminaires ont déjà fait l'objet de 6 abrégés de recherche, soit un dans deux congrès national (*Société canadienne sur le sommeil*; Montréal, 2007 et Toronto, 2009), quatre dans des congrès internationaux (*Society for Light Treatment and Biological Rhythms*, Québec,

2006; *Associated Professional Sleep Society*, Minneapolis, USA 2007 et San Antonio 2010, deux prix décernés à cet abrégé de recherche; *29<sup>e</sup> Congrès International de la Santé du Travail*, Cape Town, Afrique du Sud, 2009). L'analyse comparative des résultats découlant de l'étude chez les policiers et celle chez les infirmières fut ainsi présentée à Cape Town en Afrique du Sud en mars 2009 dans le cadre du *29<sup>e</sup> Congrès International de la Santé du Travail* (CIST). De plus, un mémoire de maîtrise par Geneviève M. Tremblay intitulé « *Rythmes circadiens, sommeil et vigilance chez des policiers patrouilleurs sur horaire rotatif* » fut accepté en février 2009 par le programme gradué en neurosciences de la Faculté de Médecine de l'Université McGill.

Durant la prochaine année, il est prévu soumettre au moins deux publications scientifiques rapportant les résultats de la présente étude. L'une d'elles portera sur l'utilisation de lampes portables de luminothérapie chez les policiers en auto-patrouille et une autre élaborera sur le rôle joué par l'adaptation circadienne sur le sommeil des travailleurs postés. Diverses revues scientifiques, avec comités de pairs, seront considérées pour publications telles que le *Journal of Sleep Research*, *Sleep*, *Journal of Biological Rhythms*, *Chronobiology* et *Work & Stress*. Tel que dans notre étude antérieure financée par l'IRSST, des activités de transfert de connaissances sont prévues, incluant la participation à des forums de santé et sécurité au travail, la diffusion de ces résultats dans les médias et des articles de vulgarisation pour les travailleurs. D'ailleurs, les journalistes demandent régulièrement des nouvelles de l'évolution de ce projet mené auprès des policiers.

De plus, le présent projet a servi de tremplin stratégique à des collaborations scientifiques, soit l'une en collaboration avec le Professeur Nicolas Cermakian de l'Université McGill portant sur l'expression des gènes de l'horloge circadienne chez des travailleurs de nuit (financée par les *Instituts Canadiens de Recherche en Santé du Canada*) et une autre avec l'équipe du Professeur Jacques Bergeron du Département de Psychologie de l'Université de Montréal, portant sur les conséquences du travail de nuit sur la conduite automobile (financée par les *Instituts Canadiens de Recherche en Santé du Canada*). Le présent projet chez les policiers en auto-patrouille a servi de base à un autre étudiant gradué (Philippe Boudreau, Ingénieur et candidat au Ph.D.) et à une stagiaire de recherche post-doctorale (Elaine Waddington-Lamont, Ph.D.), lesquels ont été financés par des bourses de l'IRSST. Tel que mentionné, cette situation maximise les chances de former la relève dans cette importante voie de recherche.

Afin d'accroître les retombées du présent projet vers les principaux intéressés, des séances d'information furent planifiées à Montréal (SPVM) afin d'en présenter les résultats et discuter des étapes futures. Les parties patronales et syndicales de même qu'un représentant de l'APSAM participaient activement à ces sessions au cours desquelles ils ont exprimé leur intérêt à poursuivre cette recherche et l'étendre à un groupe plus grand de policiers en auto-patrouille. Des rencontres de suivi ont été planifiées en mai 2009 afin d'élaborer, conjointement avec les parties impliquées, les détails des recherches futures. Il est escompté que les résultats de cette série de recherches déboucheront sur un programme pratique et compréhensif de gestion de la fatigue pour les policiers en auto-patrouille québécois. Ce programme pourra être adapté à d'autres groupes de travailleurs qui sont confrontés à la problématique d'adaptation aux horaires atypiques.

## PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Les étudiants de Diane B. Boivin sont indiqués par \*.

### A. Articles publiés :

1. Shechter, Ari\*, Francine O. James \*et Diane B. Boivin. « Circadian rhythms and shift working women », *Sleep Medicine Clinics*, 2008, vol. 3, no 1, p. 13-24.
2. Boivin, Diane B., Geneviève M. Tremblay\* et Francine O. James\*. « Working on atypical schedules », *Sleep Medicine*, Numéro spécial : Circadian Rhythms Disorder, vol. 8, no 6, 2007, p. 578-589.
3. Waddington-Lamont, Elaine\*, Francine O. James\*, Diane B. Boivin et Nicolas Cermakian. « From circadian clock gene expression to pathologies », *Sleep Medicine*, Numéro spécial : Circadian Rhythms Disorders, vol. 8, no 6, 2007, p. 547-556.
4. Boivin, Diane B. et Francine O. James\*. « Light treatment and circadian adaptation to shift work », *Industrial Health*, vol. 43, 2005, p. 34-48.

### B. Chapître de livre publié :

1. Boivin, Diane B. « Disturbances of hormonal circadian rhythms in shift workers », *Neuroendocrine correlates of Sleep/wakefulness*, Norwell (MA), publié par Kluwer-Academic, 2005, p. 325-353.

### C. Présentations du Dr. Diane B. Boivin :

1. **4<sup>e</sup> rencontre de la Société canadienne du sommeil (SCS)**, Organisatrice du symposium : « Fatigue in the workplace : contributions of irregular work schedules and sleep disruption », Toronto (ON), Canada, avril 2009.
2. **Dîner-rencontre facultaire**, « Investigating human circadian rhythms », Institut universitaire en santé mentale Douglas, Montréal (QC), Canada, juin 2008.
3. **Club des Directeurs, Chaire de recherche en Santé et Sécurité du Travail du Québec**, « Le travail de nuit, le décalage horaire et la gestion de la fatigue », Montréal (QC), Canada, mai 2008.
4. **Faculté de pharmacie de l'Université de Montréal**, « Impact des horaires décalés de sommeil sur les rythmes hormonaux », Montréal (QC), Canada novembre 2007.
5. **Cols bleus**, « Gestion de la fatigue », Montréal (QC), Canada, mai 2007.
6. **Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) de Longueuil**, « Gestion de la fatigue chez les travailleurs de nuit », Longueuil (QC), Canada, mars 2007.
7. **Forum Éveil/Vigilance**, « Gestion de la fatigue », Chantilly, France, décembre 2006.
8. **Postes Canada**, « Gestion de la fatigue chez les travailleurs », Trois-Rivières (QC), Canada, décembre 2006.
9. **Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) de la Côte Nord**, « Gestion de la fatigue chez les travailleurs postés », Baie Comeau (QC), Canada, mai 2006.
10. **Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) de la Côte Nord**, « Gestion de la fatigue chez les travailleurs postés », Sept Îles (QC), Canada, mai 2006.

11. **École Nationale de Police**, « Les horaires rotatifs chez les policiers : étude des approches préventives complémentaires de réduction de la fatigue », Nicolet (QC), Canada, mai 2006.
12. **ACFAS**, « Exposition à la lumière vive et horaire de sommeil dans l'ajustement au travail de nuit », Colloque : Adaptation au travail de nuit : approche individualisée ou de groupe?, Chicoutimi (QC), Canada, mai 2005.
13. **Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur affaires sociales (ASSTSAS)**, « Fatigue chez les travailleurs et horaires atypiques », Saint-Hyacinthe (QC), Canada, mai 2005.
14. **2<sup>e</sup> symposium international de CRITEOS**, « Gerenciamento da fadiga em atividades com horário irregular », Porto Alegre, Brésil, décembre 2005.

#### **D. Résumés publiés :**

1. Boudreau, Philippe\*, Geneviève M. Tremblay, Diane B. Boivin, « A practical intervention based on light/dark exposure for police officers working rotating shifts », présenté lors de la 24<sup>ième</sup> rencontre annuelle « Associated Professional Sleep Societies » (APSS), San Antonio (TX), É.-U., 6 au 11 juin 2010. Ce résumé a reçu le « Canadian Sleep Society (CSS) and CIHR's Institute of Circulatory and Respiratory Health (ICRH) Student Research Travel Award » et le « Sleep Research Society Honourable Mention Abstract Award ».
2. Boudreau, Philippe\*, Geneviève M. Tremblay\*, Diane B. Boivin. « Effect of bright light on performance of police officers on rotating shifts », présenté lors de la 4<sup>e</sup> rencontre de la Société canadienne du sommeil (SCS), Toronto (ON), Canada, 26 au 28 avril 2009.
3. Boivin, Diane B., Philippe Boudreau\*, Geneviève M. Tremblay\*. « Can we improve the sleep of shift workers? », présenté dans le cadre du Symposium : « Shiftwork, working hours, and health » lors de la 29<sup>e</sup> rencontre de la Commission internationale de santé du travail (CIST), Cape Town, Afrique du sud, 22 au 27 mars 2009.
4. Tremblay, Geneviève M.\*, Madeleine Bourdhoux et Diane B. Boivin. « Effect of an intervention on melatonin secretion during night shifts in police officers », présenté lors de la 21<sup>ième</sup> rencontre annuelle « Associated Professional Sleep Societies » (APSS), Minneapolis (MN), É.-U., 9 au 14 juin 2007.
5. Tremblay, Geneviève M.\*, Madeleine Bourdhoux, Diane B. Boivin. « Effect of an intervention on melatonin production in police officers working rotating shifts », présenté lors de la 3<sup>e</sup> rencontre de la Société canadienne du sommeil (SCS), Montréal (QC), Canada, 19 au 20 avril 2007.
6. Tremblay, Geneviève M.\*, Elaine Waddington Lamont\*, Madeleine Bourdhoux, Diane B. Boivin. « Effect of bright light on psychomotor performance during night shifts in police officers », présenté lors de la 18<sup>e</sup> rencontre annuelle de « Society for Light Treatment and biological Rhythms » (SLTBR), Québec (QC), Canada, 13 au 15 juillet 2006.

#### **F. Thèse supervisée par Dr Diane B. Boivin et (Revue par les pairs) :**

1. TREMBLAY, Geneviève\*. « Rythmes circadiens, sommeil et vigilance chez des policiers patrouilleurs sur horaire rotatif », Thèse (M.Sc.), Université McGill, 2009, 174 pages.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Medicine, A.A.o.S., *International classification of sleep disorders, 2nd ed.: Diagnostic and coding manual*. 2005, Westchester, Illinois: American Academy of Sleep Medicine
2. Beers, T.M., *Flexible schedules and shift work: replacing the '9-to-5' workday?* Mon Labor Rev, 2000. June: p. 33-40.
3. Shields, M., *Shift work and health*. Health Rep, 2002. 13(4): p. 11-33.
4. Statistics Canada Labour and Household Surveys Analysis, D. *Work arrangements in the 1990s. Analytic Reports*. 1998. Ottawa, ON. Canada: catalogue number 71-535-MPB, no. 8.
5. Bouchard, F., *Le sommeil, un luxe ou un besoin essentiel?* Objectif Prevention, 1996. 19(2): p. 3.
6. Hurst, M., *Qui dort la nuit de nos jours? Les habitudes de sommeil des canadiens*. Statistique Canada, 2008. 11-008: p. 42-48.
7. Akerstedt, T., et al., *A prospective study of fatal occupational accidents -- relationship to sleeping difficulties and occupational factors*. J Sleep Res, 2002. 11(1): p. 69-71.
8. Folkard, S. and P. Tucker, *Shift work, safety and productivity*. Occup Med (Lond), 2003. 53(2): p. 95-101.
9. Fransen, M., et al., *Shift work and work injury in the New Zealand Blood Donors' Health Study*. Occup Environ Med, 2006. 63(5): p. 352-8.
10. Harma, M., et al., *The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers*. J Sleep Res, 2002. 11(2): p. 141-51.
11. Sallinen, M., et al., *Sleep-wake rhythm in an irregular shift system*. J Sleep Res, 2003. 12(2): p. 103-12.
12. Jansen, N.W., et al., *Work schedules and fatigue: a prospective cohort study*. Occup Environ Med, 2003. 60 Suppl 1: p. i47-53.
13. Rogers, A.E., W.T. Hwang, and L.D. Scott, *The effects of work breaks on staff nurse performance*. J Nurs Adm, 2004. 34(11): p. 512-9.
14. Ruggiero, J.S., *Health, work variables, and job satisfaction among nurses*. J Nurs Adm, 2005. 35(5): p. 254-63.
15. Scott, L.D., et al., *Effects of critical care nurses' work hours on vigilance and patients' safety*. Am J Crit Care, 2006. 15(1): p. 30-7.
16. Stone, P.W., et al., *Nurse working conditions and patient safety outcomes*. Med Care, 2007. 45(6): p. 571-8.
17. Jha, A.K., B.W. Duncan, and D.W. Bates, *Chapter 46. Fatigue, Sleepiness, and Medical Errors*, U.S.D.o.H.H. Services, Editor. 2001, Agency for Healthcare Research and Quality.
18. *Safe Nursing and Patient Care Act of 2007*. 2007.
19. Rogers, A.E., et al., *The working hours of hospital staff nurses and patient safety*. Health Aff (Millwood), 2004. 23(4): p. 202-12.
20. Barger, L.K., et al., *Impact of extended-duration shifts on medical errors, adverse events, and attentional failures*. PLoS Med, 2006. 3(12): p. e487.
21. Ayas, N.T., et al., *Extended work duration and the risk of self-reported percutaneous injuries in interns*. Jama, 2006. 296(9): p. 1055-62.
22. Landrigan, C.P., et al., *Effect of reducing interns' work hours on serious medical errors in intensive care units*. N Engl J Med, 2004. 351(18): p. 1838-48.

23. Boivin, D.B. *Best practices compendium of fatigue countermeasures in transport operations*. 2000: TP 13620E.
24. de Pinho, R.S., et al., *Hypersomnolence and accidents in truck drivers: A cross-sectional study*. *Chronobiol Int*, 2006. 23(5): p. 963-71.
25. Jay, S.M., D. Dawson, and N. Lamond, *Train drivers' sleep quality and quantity during extended relay operations*. *Chronobiol Int*, 2006. 23(6): p. 1241-52.
26. Jones, C.B., et al., *Self-awareness of impairment and the decision to drive after an extended period of wakefulness*. *Chronobiol Int*, 2006. 23(6): p. 1253-63.
27. Barger, L.K., et al., *Extended work shifts and the risk of motor vehicle crashes among interns*. *N Engl J Med*, 2005. 352(2): p. 125-34.
28. Garbarino, S., et al., *The contributing role of sleepiness in highway vehicle accidents*. *Sleep*, 2001. 24(2): p. 203-6.
29. Garbarino, S., et al., *Sleepiness and sleep disorders in shift workers: a study on a group of italian police officers*. *Sleep*, 2002. 25(6): p. 648-53.
30. Vila, B., *Tired Cops: The Importance of Managing Police Fatigue*. 2000: Police Executive Research Forum 167.
31. Karlsson, B., A. Knutsson, and B. Lindahl, *Is there an association between shift work and having a metabolic syndrome? Results from a population based study of 27,485 people*. *Occup Environ Med*, 2001. 58(11): p. 747-52.
32. Schernhammer, E.S., et al., *Night-shift work and risk of colorectal cancer in the nurses' health study*. *J Natl Cancer Inst*, 2003. 95(11): p. 825-8.
33. Knutsson, A., *Health disorders of shift workers*. *Occup Med (Lond)*, 2003. 53(2): p. 103-8.
34. Lund, J., et al., *Postprandial hormone and metabolic responses amongst shift workers in Antarctica*. *J Endocrinol*, 2001. 171(3): p. 557-64.
35. Nurminen, T., *Shift work and reproductive health*. *Scand J Work Environ Health*, 1998. 24 Suppl 3: p. 28-34.
36. Hansen, J., *Increased breast cancer risk among women who work predominantly at night*. *Epidemiology*, 2001. 12(1): p. 74-7.
37. Buja, A., et al., *Cancer incidence among female flight attendants: a meta-analysis of published data*. *J Womens Health (Larchmt)*, 2006. 15(1): p. 98-105.
38. Rafnsson, V., et al., *Risk of breast cancer in female flight attendants: a population-based study (Iceland)*. *Cancer Causes Control*, 2001. 12(2): p. 95-101.
39. Okamoto, H., et al., *An occupational health study of emergency physicians in Japan: health assessment by immune variables (CD4, CD8, CD56, and NK cell activity) at the beginning of work*. *J Occup Health*, 2008. 50(2): p. 136-46.
40. Benedetti, F., et al., *A length polymorphism in the circadian clock gene *Per3* influences age at onset of bipolar disorder*. *Neurosci Lett*, 2008. 445(2): p. 184-7.
41. Copertaro, A., et al., *Assessment of cardiovascular risk in shift healthcare workers*. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2008. 15(2): p. 224-9.
42. Lahti, T.A., et al., *Night-time work predisposes to non-Hodgkin lymphoma*. *Int J Cancer*, 2008. 123(9): p. 2148-51.
43. Biggi, N., et al., *Metabolic syndrome in permanent night workers*. *Chronobiol Int*, 2008. 25(2): p. 443-54.
44. Stevens, R.G., *Artificial lighting in the industrialized world: circadian disruption and breast cancer*. *Cancer Causes Control*, 2006. 17(4): p. 501-7.

45. Kubo, T., et al., *Prospective Cohort Study of the Risk of Prostate Cancer among Rotating-Shift Workers: Findings from the Japan Collaborative Cohort Study*. Am J Epidemiol, 2006.
46. Hansen, J., *Risk of breast cancer after night- and shift work: current evidence and ongoing studies in Denmark*. Cancer Causes Control, 2006. 17(4): p. 531-7.
47. Davis, S. and D.K. Mirick, *Circadian disruption, shift work and the risk of cancer: a summary of the evidence and studies in Seattle*. Cancer Causes Control, 2006. 17(4): p. 539-45.
48. Knutsson, A., et al., *Shiftwork and myocardial infarction: a case-control study*. Occup Environ Med, 1999. 56(1): p. 46-50.
49. Nakamura, K., et al., *Shift work and risk factors for coronary heart disease in Japanese blue-collar workers: serum lipids and anthropometric characteristics*. Occup Med (Lond), 1997. 47(3): p. 142-6.
50. Harrington, J.M., *Shift work and health - a critical review of the literature on working hours*. Ann Acad Med Singapore, 1994. 23(5): p. 699.
51. Haupt, C.M., et al., *The relation of exposure to shift work with atherosclerosis and myocardial infarction in a general population*. Atherosclerosis, 2008.
52. Ribeiro, D.C., et al., *Altered postprandial hormone and metabolic responses in a simulated shift work environment*. J Endocrinol, 1998. 158(3): p. 305-10.
53. Romon, M. and C. Bertin Lebrette, *Travail post, et alimentation*. Cahiers de Nutrition et de Di,tetique, 1998. 33(6): p. 390.
54. Hampton, S.M., et al., *Postprandial hormone and metabolic responses in simulated shift work*. J Endocrinol, 1996. 151(2): p. 259-67.
55. Megdal, S.P., et al., *Night work and breast cancer risk: a systematic review and meta-analysis*. Eur J Cancer, 2005. 41(13): p. 2023-32.
56. Kolstad, H.A., *Nightshift work and risk of breast cancer and other cancers--a critical review of the epidemiologic evidence*. Scand J Work Environ Health, 2008. 34(1): p. 5-22.
57. Boivin, D.B., G.M. Tremblay, and F.O. James, *Working on atypical schedules*. Sleep Med, 2007. 8(6): p. 578-89.
58. Hennig, J., et al., *Changes in cortisol secretion during shiftwork: implications for tolerance to shiftwork?* Ergonomics, 1998. 41(5): p. 610-21.
59. Boivin, D.B. and F.O. James, *Circadian adaptation to night-shift work by judicious light and darkness exposure*. J Biol Rhythms, 2002. 17(6): p. 556-67.
60. James, F.O., C.D. Walker, and D.B. Boivin, *Controlled exposure to light and darkness realigns the salivary cortisol rhythm in night shift workers*. Chronobiol Int, 2004. 21(6): p. 961-72.
61. Weibel, L. and G. Brandenberger, *Disturbances in hormonal profiles of night workers during their usual sleep and work times*. J Biol Rhythms, 1998. 13(3): p. 202-8.
62. Roden, M., et al., *The circadian melatonin and cortisol secretion pattern in permanent night shift workers*. Am.J.Physiol, 1993. 265(1 Pt 2): p. R261.
63. Benhaberou-Brun, D., C. Lambert, and M. Dumont, *Association between melatonin secretion and daytime sleep complaints in night nurses*. Sleep, 1999. 22(7): p. 877-85.
64. Koller, M., et al., *Different patterns of light exposure in relation to melatonin and cortisol rhythms and sleep of night workers*. J Pineal Res, 1994. 16(3): p. 127-35.

65. Weibel, L., et al., *Internal dissociation of the circadian markers of the cortisol rhythm in night workers*. Am J Physiol, 1996. 270(4 Pt 1): p. E608-13.
66. Weibel, L., et al., *Twenty-four-hour melatonin and core body temperature rhythms: their adaptation in night workers*. Am J Physiol, 1997. 272(3 Pt 2): p. R948-54.
67. Goh, V.H., et al., *Circadian disturbances after night-shift work onboard a naval ship*. Mil Med, 2000. 165(2): p. 101-5.
68. Boivin, D.B., *Disturbances of Hormonal Circadian Rhythms in Shift Workers*, in *Neuroendocrine Correlates of Sleep/Wakefulness*, D.P. Cardinali and S.R. Pandi-Perumal, Editors. 2005.
69. Dunlap, J.C., J.J. Loros, and P.J. DeCoursey, eds. *Chronobiology: biological timekeeping*. 2004, Sinauer Associates: Sunderland, MA. 406.
70. Moore, R.Y. and R. Silver, *Suprachiasmatic nucleus organization*. Chronobiology International, 1998. 15(5): p. 475-87.
71. Klein, D., R.Y. Moore, and S.M. Reppert, *Suprachiasmatic nucleus: the mind's clock*. 1991, New York: Oxford University Press.
72. Cermakian, N. and D.B. Boivin, *A molecular perspective of human circadian rhythm disorders*. Brain Res Brain Res Rev, 2003. 42(3): p. 204-20.
73. Abe, M., et al., *Circadian rhythms in isolated brain regions*. J Neurosci, 2002. 22(1): p. 350-6.
74. Amir, S., et al., *A circadian rhythm in the expression of PERIOD2 protein reveals a novel SCN-controlled oscillator in the oval nucleus of the bed nucleus of the stria terminalis*. J Neurosci, 2004. 24(4): p. 781-90.
75. Reick, M., et al., *NPAS2: an analog of clock operative in the mammalian forebrain*. Science, 2001. 293(5529): p. 506-9.
76. Yamazaki, S., et al., *Resetting central and peripheral circadian oscillators in transgenic rats*. Science, 2000. 288(5466): p. 682-5.
77. Yoo, S.H., et al., *PERIOD2::LUCIFERASE real-time reporting of circadian dynamics reveals persistent circadian oscillations in mouse peripheral tissues*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2004. 101(15): p. 5339-46.
78. Schibler, U., J. Ripperger, and S.A. Brown, *Peripheral circadian oscillators in mammals: time and food*. J Biol Rhythms, 2003. 18(3): p. 250-60.
79. Boivin, D.B., et al., *Circadian clock genes oscillate in human peripheral blood mononuclear cells*. Blood, 2003. 102(12): p. 4143-5.
80. James, F.O., et al., *Expression of clock genes in human peripheral blood mononuclear cells throughout the sleep/wake and circadian cycles*. Chronobiol Int, 2007. 24(6): p. 1009-34.
81. James, F.O., N. Cermakian, and D.B. Boivin, *Circadian rhythms of melatonin, cortisol, and clock gene expression during simulated night shift work*. Sleep, 2007. 30(11): p. 1427-36.
82. Lamont, E.W., et al., *From circadian clock gene expression to pathologies*. Sleep Med, 2007. 8(6): p. 547-56.
83. Lamont, E.W., et al., *The role of circadian clock genes in mental disorders*. Dialogues Clin Neurosci, 2007. 9(3): p. 333-42.
84. Campbell, S.S., D. Dawson, and J. Zullay, *When the human circadian system is caught napping: evidence for endogenous rhythms close to 24 hours*. Sleep, 1993. 16(7): p. 638-40.

85. Middleton, B., J. Arendt, and B.M. Stone, *Human circadian rhythms in constant dim light (8 lux) with knowledge of clock time*. J Sleep Res, 1996. 5(2): p. 69-76.
86. Sack, R.L., et al., *Circadian rhythm abnormalities in totally blind people: incidence and clinical significance*. J Clin Endocrinol Metab, 1992. 75(1): p. 127-34.
87. Wright, K.P., Jr., et al., *Intrinsic near-24-h pacemaker period determines limits of circadian entrainment to a weak synchronizer in humans*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2001. 98(24): p. 14027-32.
88. Czeisler, C.A., et al., *Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker*. Science, 1999. 284(5423): p. 2177-81.
89. Czeisler, C.A., et al., *Bright light induction of strong (type 0) resetting of the human circadian pacemaker*. Science, 1989. 244(4910): p. 1328-33.
90. Khalsa, S.B., et al., *A phase response curve to single bright light pulses in human subjects*. J Physiol, 2003. 549(Pt 3): p. 945-52.
91. Boivin, D.B., et al., *Dose-response relationships for resetting of human circadian clock by light*. Nature, 1996. 379(6565): p. 540-2.
92. Zeitzer, J.M., et al., *Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light: melatonin phase resetting and suppression*. J Physiol, 2000. 526 Pt 3: p. 695-702.
93. Brainard, G.C. and J.P. Hanifin, *Photons, clocks, and consciousness*. J Biol Rhythms, 2005. 20(4): p. 314-25.
94. Hanifin, J.P. and G.C. Brainard, *Photoreception for circadian, neuroendocrine, and neurobehavioral regulation*. J Physiol Anthropol, 2007. 26(2): p. 87-94.
95. Hankins, M.W., S.N. Peirson, and R.G. Foster, *Melanopsin: an exciting photopigment*. Trends Neurosci, 2008. 31(1): p. 27-36.
96. Brainard, G.C., et al., *Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor*. J Neurosci, 2001. 21(16): p. 6405-12.
97. Brainard, G.C., et al., *Human melatonin regulation is not mediated by the three cone photopic visual system*. J Clin Endocrinol Metab, 2001. 86(1): p. 433-6.
98. Thapan, K., J. Arendt, and D.J. Skene, *An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans*. J Physiol, 2001. 535(Pt 1): p. 261-7.
99. Warman, V.L., et al., *Phase advancing human circadian rhythms with short wavelength light*. Neurosci Lett, 2003. 342(1-2): p. 37-40.
100. Lockley, S.W., G.C. Brainard, and C.A. Czeisler, *High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light*. J Clin Endocrinol Metab, 2003. 88(9): p. 4502-5.
101. Revell, V.L., et al., *Short-wavelength sensitivity of the human circadian system to phase-advancing light*. J Biol Rhythms, 2005. 20(3): p. 270-2.
102. Sasseville, A., et al., *Blue blocker glasses impede the capacity of bright light to suppress melatonin production*. J Pineal Res, 2006. 41(1): p. 73-8.
103. Sack, R.L., M.L. Blood, and A.J. Lewy, *Melatonin rhythms in night shift workers*. Sleep, 1992. 15(5): p. 434-41.
104. Midwinter, M.J. and J. Arendt, *Adaptation of the melatonin rhythm in human subjects following night-shift work in Antarctica*. Neurosci Lett, 1991. 122(2): p. 195-8.
105. Folkard, S., *Do permanent night workers show circadian adjustment? A review based on the endogenous melatonin rhythm*. Chronobiol Int, 2008. 25(2): p. 215-24.

106. Roden, M., et al., *The circadian melatonin and cortisol secretion pattern in permanent night shift workers*. Am J Physiol, 1993. 265(1 Pt 2): p. R261-7.
107. Boivin, D.B. and F.O. James, *Intermittent exposure to bright light in field conditions*. Aviat Space Environ Med, 2004. 75(3 Suppl): p. A158-60.
108. Boivin, D.B. and F.O. James, *Light treatment and circadian adaptation to shift work*. Ind Health, 2005. 43(1): p. 34-48.
109. Dumont, M., D. Benhaberou-Brun, and J. Paquet, *Profile of 24-h light exposure and circadian phase of melatonin secretion in night workers*. J Biol Rhythms, 2001. 16(5): p. 502-11.
110. Boivin, D.B. and F.O. James. *Prévention par la photothérapie des troubles d'adaptation au travail de nuit. Rapport de recherche IRSST*. 2002: R-296.
111. James, F.O., E. Chevrier, and D.B. Boivin, *Improvement of daytime sleep in shift workers by judicious light exposure*. Sleep 2002, 2002. 25: p. A156.
112. Bjorvatn, B., G. Kecklund, and T. Akerstedt, *Bright light treatment used for adaptation to night work and re-adaptation back to day life. A field study at an oil platform in the North Sea*. J Sleep Res, 1999. 8(2): p. 105-12.
113. Ross, J.K., et al., *Night-shift work in Antarctica: sleep characteristics and bright light treatment*. Physiol Behav, 1995. 57(6): p. 1169-74.
114. Czeisler, C.A., et al., *Exposure to bright light and darkness to treat physiologic maladaptation to night work*. N Engl J Med, 1990. 322(18): p. 1253-9.
115. Dawson, D. and S.S. Campbell, *Timed exposure to bright light improves sleep and alertness during simulated night shifts*. Sleep, 1991. 14(6): p. 511-6.
116. Eastman, C.I., et al., *Dark goggles and bright light improve circadian rhythm adaptation to night-shift work*. Sleep, 1994. 17(6): p. 535-43.
117. Horowitz, T.S., et al., *Efficacy of bright light and sleep/darkness scheduling in alleviating circadian maladaptation to night work*. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2001. 281(2): p. E384-91.
118. Martin, S.K. and C.I. Eastman, *Medium-intensity light produces circadian rhythm adaptation to simulated night-shift work*. Sleep, 1998. 21(2): p. 154-65.
119. Mitchell, P.J., et al., *Conflicting bright light exposure during night shifts impedes circadian adaptation*. J Biol Rhythms, 1997. 12(1): p. 5-15.
120. Baehr, E.K., L.F. Fogg, and C.I. Eastman, *Intermittent bright light and exercise to entrain human circadian rhythms to night work*. Am J Physiol, 1999. 277(6 Pt 2): p. R1598-604.
121. Campbell, S.S., *Effects of timed bright-light exposure on shift-work adaptation in middle-aged subjects*. Sleep, 1995. 18(6): p. 408-16.
122. Crowley, S.J., et al., *Combinations of bright light, scheduled dark, sunglasses, and melatonin to facilitate circadian entrainment to night shift work*. J Biol Rhythms, 2003. 18(6): p. 513-23.
123. Dawson, D., N. Encel, and K. Lushington, *Improving adaptation to simulated night shift: timed exposure to bright light versus daytime melatonin administration*. Sleep, 1995. 18(1): p. 11-21.
124. Lee, C., M.R. Smith, and C.I. Eastman, *A compromise phase position for permanent night shift workers: circadian phase after two night shifts with scheduled sleep and light/dark exposure*. Chronobiol Int, 2006. 23(4): p. 859-75.

125. Eastman, C.I., *High-intensity light for circadian adaptation to a 12-h shift of the sleep schedule*. Am J Physiol, 1992. 263(2 Pt 2): p. R428-36.
126. Budnick, L.D., S.E. Lerman, and M.J. Nicolich, *An evaluation of scheduled bright light and darkness on rotating shiftworkers: trial and limitations*. Am J Ind Med, 1995. 27(6): p. 771-82.
127. Stewart, K.T., B.C. Hayes, and C.I. Eastman, *Light treatment for NASA shiftworkers*. Chronobiol Int, 1995. 12(2): p. 141-51.
128. Costa, G., et al., *Effect of bright light on tolerance to night work*. Scand J Work Environ Health, 1993. 19(6): p. 414-20.
129. Boivin, D.B. and F.O. James, *Phase-dependent effect of room light exposure in a 5-h advance of the sleep-wake cycle: implications for jet lag*. J Biol Rhythms, 2002. 17(3): p. 266-76.
130. Santhi, N., et al., *Scheduling of sleep/darkness affects the circadian phase of night shift workers*. Neurosci Lett, 2005. 384(3): p. 316-20.
131. Lockley, S.W., et al., *Short-wavelength sensitivity for the direct effects of light on alertness, vigilance, and the waking electroencephalogram in humans*. Sleep, 2006. 29(2): p. 161-8.
132. Paoli, P. and D. Merlli., *Third European survey on working conditions 2000*. European Foundation for the Improvement of Living Working Conditions, 2001: p. 86 p.
133. Ahsberg, E., F. Gamberale, and K. Gustafsson, *Perceived fatigue after mental work: an experimental evaluation of a fatigue inventory*. Ergonomics, 2000. 43(2): p. 252-68.
134. Akerstedt, T., *Work hours and sleepiness*. Neurophysiol Clin, 1995. 25(6): p. 367-75.
135. Akerstedt, T., *Shift work and disturbed sleep/wakefulness*. Occup Med (Lond), 2003. 53(2): p. 89-94.
136. Akerstedt, T., *Altered sleep/wake patterns and mental performance*. Physiol Behav, 2007. 90(2-3): p. 209-18.
137. Fathallah, F.A. and G.E. Brogmus, *Hourly trends in workers' compensation claims*. Ergonomics, 1999. 42(1): p. 196.
138. Hamelin, P., *Lorry driver's time habits in work and their involvement in traffic accidents*. Ergonomics, 1987. 30(9): p. 1323-33.
139. Marino, J.L., et al., *Shift work, hCLOCK T3111C polymorphism, and endometriosis risk*. Epidemiology, 2008. 19(3): p. 477-84.
140. Mormont, M.C., et al., *Marked 24-h rest/activity rhythms are associated with better quality of life, better response, and longer survival in patients with metastatic colorectal cancer and good performance status*. Clin Cancer Res, 2000. 6(8): p. 3038-45.
141. Boivin, D.B. and F.O. James. *Prevention of physiologic maladaptation to night-shift work by phototherapy*. 2002. Montréal: R-296.
142. Horne, J.A. and O. Ostberg, *A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms*. Int J Chronobiol, 1976. 4(2): p. 97-110.
143. Dinges, D.F. and J.W. Powell, *Microcomputer analyses of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations*. Behav Res Methods Instrum Comput, 1985. 17: p. 652.
144. Horowitz, M., N. Wilner, and W. Alvarez, *Impact of Event Scale: a measure of subjective stress*. Psychosom Med, 1979. 41(3): p. 209-18.

145. Rechtschaffen, A. and A. Kales, *A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects*. 1968, Bethesda, MD: US Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service. 57.
146. Cochran, W.C. and G.M. Cox, *Experimental Designs*. 2 ed. 1957, New York: John Wiley & Sons.
147. Shanahan, T.L. and C.A. Czeisler, *Light exposure induces equivalent phase shifts of the endogenous circadian rhythms of circulating plasma melatonin and core body temperature in men*. *J Clin Endocrinol Metab*, 1991. 73(2): p. 227-35.
148. Jewett, M.E., R.E. Kronauer, and C.A. Czeisler, *Light-induced suppression of endogenous circadian amplitude in humans*. *Nature*, 1991. 350(6313): p. 59-62.
149. Jewett, M.E., R.E. Kronauer, and C.A. Czeisler, *Phase-amplitude resetting of the human circadian pacemaker via bright light: a further analysis*. *J Biol Rhythms*, 1994. 9(3-4): p. 295-314.
150. Boivin, D.B. and F.O. James. *A light/darkness intervention to realign the cortisol rhythm to night shift work*. in *16th International Symposium on Night and Shift work*. 2003. Brazil.
151. Lotjonen, J., et al., *Automatic sleep-wake and nap analysis with a new wrist worn online activity monitoring device vivago WristCare*. *Sleep*, 2003. 26(1): p. 86-90.
152. Paquet, J., A. Kawinska, and J. Carrier, *Wake detection capacity of actigraphy during sleep*. *Sleep*, 2007. 30(10): p. 1362-9.
153. Creamer, M., R. Bell, and S. Failla, *Psychometric properties of the Impact of Event Scale - Revised*. *Behav Res Ther*, 2003. 41(12): p. 1489-96.
154. Rimmer, D.W., et al., *Dynamic resetting of the human circadian pacemaker by intermittent bright light*. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2000. 279(5): p. R1574-9.
155. Paul, M.A., et al., *Circadian phase delay induced by phototherapeutic devices*. *Aviat Space Environ Med*, 2007. 78(7): p. 645-52.
156. Sasseville, A., et al., *Wearing blue-blockers in the morning could improve sleep of workers on a permanent night schedule: a pilot study*. *Chronobiol Int*, 2009. 26(5): p. 913-25.
157. Dijk, D.J. and C.A. Czeisler, *Paradoxical timing of the circadian rhythm of sleep propensity serves to consolidate sleep and wakefulness in humans*. *Neurosci Lett*, 1994. 166(1): p. 63-8.
158. Folkard, S., D.A. Lombardi, and M.B. Spencer, *Estimating the circadian rhythm in the risk of occupational injuries and accidents*. *Chronobiol Int*, 2006. 23(6): p. 1181-92.
159. Akerstedt, T., et al., *Impaired alertness and performance driving home from the night shift: a driving simulator study*. *J Sleep Res*, 2005. 14(1): p. 17-20.
160. Cajochen, C., et al., *High sensitivity of human melatonin, alertness, thermoregulation, and heart rate to short wavelength light*. *J Clin Endocrinol Metab*, 2005. 90(3): p. 1311-6.
161. Revell, V.L., et al., *Alerting effects of light are sensitive to very short wavelengths*. *Neurosci Lett*, 2006. 399(1-2): p. 96-100.
162. Wright, H.R. and L.C. Lack, *Effect of light wavelength on suppression and phase delay of the melatonin rhythm*. *Chronobiol Int*, 2001. 18(5): p. 801-8.
163. Lockley, S.W., *Safety considerations for the use of blue-light blocking glasses in shift-workers*. *J Pineal Res*, 2007. 42(2): p. 210-1.

164. Kayumov, L., et al., *Blocking low-wavelength light prevents nocturnal melatonin suppression with no adverse effect on performance during simulated shift work*. J Clin Endocrinol Metab, 2005. 90(5): p. 2755-61.
165. Gibbs, M., et al., *Adaptation of the circadian rhythm of 6-sulphatoxymelatonin to a shift schedule of seven nights followed by seven days in offshore oil installation workers*. Neurosci Lett, 2002. 325(2): p. 91-4.
166. Barnes, R.G., et al., *Adaptation of the 6-sulphatoxymelatonin rhythm in shiftworkers on offshore oil installations during a 2-week 12-h night shift*. Neurosci Lett, 1998. 241(1): p. 9-12.
167. Roach, G.D., et al., *Changes in the concentration of urinary 6-sulphatoxymelatonin during a week of simulated night work*. Ind Health, 2005. 43(1): p. 193-6.
168. Costa, G., *Shift work and occupational medicine: an overview*. Occup Med (Lond), 2003. 53(2): p. 83-8.
169. Axelsson, J., et al., *Tolerance to shift work-how does it relate to sleep and wakefulness?* Int Arch Occup Environ Health, 2004. 77(2): p. 121-9.
170. Van Dongen, H.P., *Shift work and inter-individual differences in sleep and sleepiness*. Chronobiol Int, 2006. 23(6): p. 1139-47.
171. Harma, M.I., et al., *Age and adjustment to night work*. Occup Environ Med, 1994. 51(8): p. 568-73.
172. Hilliker, N.A., et al., *Sleepiness/alertness on a simulated night shift schedule and morningness-eveningness tendency*. Sleep, 1992. 15(5): p. 430-3.
173. Viola, A.U., et al., *PER3 polymorphism predicts sleep structure and waking performance*. Curr Biol, 2007. 17(7): p. 613-8.
174. Lamond, N., et al., *The impact of a week of simulated night work on sleep, circadian phase, and performance*. Occup Environ Med, 2003. 60(11): p. e13.
175. Bjorvatn, B., et al., *Subjective and objective measures of adaptation and readaptation to night work on an oil rig in the North Sea*. Sleep, 2006. 29(6): p. 821-9.
176. Crowley, S.J., et al., *Complete or partial circadian re-entrainment improves performance, alertness, and mood during night-shift work*. Sleep, 2004. 27(6): p. 1077-87.
177. Yoon, I.Y., et al., *Bright light exposure at night and light attenuation in the morning improve adaptation of night shift workers*. Sleep, 2002. 25(3): p. 351-6.
178. Bjorvatn, B., et al., *Randomized placebo-controlled field study of the effects of bright light and melatonin in adaptation to night work*. Scand J Work Environ Health, 2007. 33(3): p. 204-14.
179. Injuries, T.D.N.B.o.I. *Many recognised cases of breast cancer after night shift work*. 2009 [cited; Available from: <http://ask.dk/sw25371.asp>].
180. Lamond, N. and D. Dawson, *Quantifying the performance impairment associated with fatigue*. J Sleep Res, 1999. 8(4): p. 255-62.



## **ANNEXE A : TABLEAUX**

Tableau 1 : Informations sur les participants

Participant	Groupe	Données démographiques		Chronotype		Horaire de travail de nuit actuel			Historique de travail				mois-année d'étude	Saison lors de l'entrée en laboratoire
		Sexe	Âge	Score	Type	Début	Fin	Durée (h)	Niveau de risque/danger du poste actuel	# d'années en tant que policier	# d'années sous l'horaire actuel	# d'années sur des quarts rotatifs et/ou de nuit		
1c	Contrôle	Homme	36	61	Modérément du matin	23h00	7h30	8,5	élevé	14	14	14	Novembre 2006	Automne
3c	Contrôle	Homme	34	47	Aucun	23h30	8h00	8,5	modéré	8	8	8	Mars 2006	Hiver
5c	Contrôle	Homme	28	40	Modérément du soir	23h00	7h30	8,5	bas	5	5	5	Mars 2007	Hiver
6c	Contrôle	Homme	24	35	Modérément du soir	23h00	7h30	8,5	élevé	3	3	5	Avril 2006	Printemps
8c*	Contrôle	Femme	33	45	Aucun	23h30	8h00	8,5	élevé	10	10	11	Avril 2006	Printemps
9c*	Contrôle	Femme	34	54	Aucun	23h00	7h30	8,5	modéré	12	9	17	Février 2007	Hiver
10c	Contrôle	Homme	26	55	Aucun	23h30	8h00	8,5	modéré	4	4	5	Mars 2007	Hiver
11c*	Contrôle	Femme	28	57	Aucun	23h00	7h30	8,5	modéré	8	7	9	Mars 2007	Printemps
15c*	Contrôle	Femme	30	25	Définitivement du soir	23h00	7h30	8,5	modéré	3	3	7	Avril 2007	Printemps
<b>Moyenne</b>	----	----	<b>30</b>	<b>47</b>	<b>Aucun</b>	<b>23h10</b>	<b>7h40</b>	<b>8,5</b>	----	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	----	----
<b>ET</b>	----	----	<b>4</b>	<b>12</b>	----	<b>0h15</b>	<b>0h15</b>	<b>0,0</b>	----	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	----	----
1i	Intervention	Homme	37	61	Modérément du matin	23h00	7h30	8,5	élevé	16	16	16	Février 2007	Hiver
2i*	Intervention	Femme	41	38	Modérément du soir	22h00	6h00	8,0	modéré	19	19	19	Janvier 2006	Hiver
4i	Intervention	Homme	25	47	Aucun	23h30	8h00	8,5	modéré	2	2	4	Mars 2006	Hiver
5i	Intervention	Homme	27	40	Modérément du soir	23h30	8h00	8,5	bas	3,5	3,5	8	Mars 2006	Hiver
7i*	Intervention	Femme	25	51	Aucun	23h00	7h30	8,5	élevé	3,5	3,5	3,5	Avril 2006	Printemps
12i*	Intervention	Femme	33	61,5	Modérément du matin	22h30	6h30	8,0	modéré	13	13	13	Avril 2007	Printemps
13i*	Intervention	Femme	27	54	Aucun	23h30	8h00	8,5	modéré	5,5	5,5	5,5	Avril 2007	Printemps
16i	Intervention	Homme	23	42	Aucun	23h30	8h00	8,5	élevé	2	2	2	Avril 2007	Printemps
<b>Moyenne</b>	----	----	<b>30</b>	<b>49</b>	<b>Aucun</b>	<b>23h03</b>	<b>7h26</b>	<b>8,4</b>	----	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	----	----
<b>ET</b>	----	----	<b>6</b>	<b>9</b>	----	<b>0h33</b>	<b>0h46</b>	<b>0,2</b>	----	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	----	----
p	----	----	0,83	0,60	----	0,62	0,41	0,12	----	0,82	0,69	0,96	----	----

**Tableau 1 :** Sommaire des données démographiques incluant le chronotype, l'horaire et l'historique de travail de chacun des participants. Les groupes étaient comparables pour toutes les variables (tests de t bilatéraux). Chaque nombre correspond à un policier et est suivi d'une lettre identifiant le groupe, **c** pour contrôle et **i** pour intervention. Deux policiers ont participé à l'étude sous chacune des conditions à un an d'intervalle (participants 1 et 5). Les données du participant 14i sont absentes puisque ce participant a abandonné l'étude suite à la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire.

## Tableau 2 : Mesures

<b>Mesures en laboratoire</b>	
<b>Mesure</b>	<b>Fréquence</b>
Polysomnographie	Périodes de sommeil: 2 nuits de 8 heures par visite
Performance psychomotrice (TVP)	Périodes d'éveil: 1x /2 heures - Sessions de 10 minutes -
Vigilance subjective (EVA)	Périodes d'éveil: 1x /20 minutes
Échantillon de salive Cortisol et mélatonine	Périodes d'éveil: 1x /30 minutes 1ère période de sommeil: 1x /2 heures Durée totale de 24 heures
Échantillon de 6-sulphatoxy-mélatonine (aMT6s) urinaire	Périodes d'éveil: 1x /3 heures Avant et après les périodes de sommeil Pendant le sommeil (si nécessaire)
Intensité lumineuse	1x /heures
<b>Mesures en ambulatoire</b>	
<b>Mesure</b>	<b>Fréquence</b>
Actigraphie	Continue
Intensité lumineuse Macaron détecteur de luminosité Actigraphe détecteur de luminosité	Continue
Agenda de sommeil	Au <b>lever</b> et au <b>coucher</b>
Qualité et profondeur subjectives du sommeil (questionnaire post-sommeil)	Au <b>lever</b>
Échantillon de salive Cortisol	Au <b>coucher</b> : 60, 40 et 20 minutes avant Au <b>lever</b> : 20, 40 et 60 minutes après
Échantillon de 6-sulphatoxy-mélatonine (aMT6s) urinaire	Au <b>coucher</b> : 10 minutes avant Pendant le sommeil (si nécessaire) Au <b>lever</b> : 10 minutes après
Performance psychomotrice (TVP)*	<b>Début</b> et <b>fin</b> des quarts de travail de nuit Sessions de 10 minutes
Vigilance subjective (EVA)*	<b>Début, milieu</b> et <b>fin</b> des quarts de travail de nuit
Charge de travail psychologique et physique Quantité de travail Nature stressante du travail (EVA)*	<b>Fin</b> de chaque quart de travail de nuit
Échelle révisée d'impact d'événements traumatiques (IET)*	Fin de la série de 7 quarts de travail de nuit

\* 1ère période ambulatoire seulement

**Tableau 2 :** Résumé des mesures effectuées lors des visites en laboratoire et lors des périodes ambulatoires. EVA=échelle visuelle analogue

Tableau 3a : Données manquantes et/ou estimées (Laboratoire)

Laboratoire							
Participant	Polysomnographie		TVP	Vigilance subjective	aMT6s urinaire	Mélatonine salivaire	Cortisol salivaire
	PS 2L	PS 4L					
1c	ND	X	X	X	E (1)	X	X
3c	X	X	X	X	X	X	X
5c	X	X	X	X	X	X	X
6c	X	X	X	X	E(1)	X	X
8c	X	X	X	X	E(1)	X	X
9c	X	X	X	X	X	X	X
10c	X	ND	X	X	X	X	X
11c	X	X	X	E (1)	E(1)	X	X
15c	X	X	X	X	X	X	X
<b>Total contrôle</b>	<b>7</b>		<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
1i	X	X	X	X	E(2)	X	X
2i	ND	X	X	X	X	X	X
4i	X	ND	X	X	X	X	X
5i	X	X	X	X	X	X	X
7i	X	X	X	X	X	X	X
12i	X	X	X	X	X	X	X
13i	X	X	X	X	E(1)	X	X
16i	X	X	X	X	E(1)	X	X
<b>Total intervention</b>	<b>6</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

**Tableau 3a** : Données récoltées ou manquantes en laboratoire pour chaque participant. ND est employé lorsque les données étaient manquantes, X lorsque toutes les données furent récoltées et E(#) lorsque une/des valeurs furent estimées pour compléter la série de données. Le nombre de valeurs estimées est indiqué entre parenthèses. Le nombre total de participants inclus dans les analyses statistiques est indiqué en gras pour chaque groupe (contrôle et intervention). Note : Pour la polysomnographie, si une des périodes de sommeil était manquante, le participant n'était pas inclus dans les analyses statistiques. aMT6s= 6-sulfatoxy-mélatonine; ND= Données non-disponibles; X=Données disponibles; E(#)=Estimation d'une ou plusieurs valeurs.

Tableau 3b : Données manquantes et/ou estimées (Ambulatoire 1)

Participant	Cycle veille-sommeil		TVP	Vigilance subjective	UaMT6s	Cortisol salivaire	Luminosité	
	Actigraphe	Qualité et profondeur subjectives					Actigraphe	Macaron
1c	X	X	X	X	X	X	X	ND
3c	X	X	E(1)	E(3)	ND	ND	X	X
5c	X	X	X	X	X	X	X	X
6c	X	X	E(1)	X	X	X	X	X
8c	ND	X	X	X	X	X	ND	X
9c	X	X	X	X	X	X	X	X
10c	X	X	E(2)	E(3)	E(1)	X	X	X
11c	X	X	X	X	X	X	X	X
15c	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Total contrôle</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
1i	X	X	X	X	X	X	X	ND
2i	X	X	X	X	X	X	X	X
4i	X	X	X	X	X	X	X	ND
5i	X	X	X	X	X	X	X	X
7i	X	X	E(3)	X	X	X	X	X
12i	X	X	X	X	X	X	X	X
13i	X	X	E(1)	X	X	X	X	X
16i	ND	X	E(1)	X	X	ND	ND	X
<b>Total intervention</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

**Tableau 3b :** Données récoltées ou manquantes pour la première période ambulatoire pour chaque participant. ND est employé lorsque les données étaient manquantes, X lorsque toutes les données furent récoltées et E(#) lorsque une/des valeurs furent estimées pour compléter la série de données. Le nombre de valeurs estimées est indiqué entre parenthèses. Le nombre total de participants inclus dans les analyses statistiques est indiqué en gras pour chaque groupe (contrôle et intervention). UaMT6s= 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire

**Tableau 3c : Données manquantes et/ou estimées (Ambulatoire 2)**

Participant	Cycle veille-sommeil		UaMT6s	Cortisol salivaire
	Actigraphe	Qualité et profondeur subjectives		
1c	X	X	X	X
3c	X	X	ND	ND
5c	ND	X	X	X
6c	X	X	X	X
8c	X	X	X	X
9c	ND	X	X	X
10c	X	X	X	X
11c	X	X	X	X
15c	X	X	X	X
<b>Total contrôle</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
1i	X	X	X	X
2i	X	X	X	X
4i	X	X	X	X
5i	X	X	X	X
7i	X	X	X	X
12i	X	X	X	X
13i	ND	X	X	X
16i	ND	X	X	ND
<b>Total intervention</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>

**Tableau 3c :** Données récoltées ou manquantes pour la première période ambulatoire pour chaque participant. ND est employé lorsque les données étaient manquantes et X lorsque les données furent récoltées. Le nombre total de participants inclus dans les analyses statistiques est indiqué en gras pour chaque groupe (contrôle et intervention). UaMT6s= 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire

Tableau 4 : Analyse du sommeil en laboratoire et en ambulatoire

Participant	Préparation			Laboratoire 1			Ambulatoire 1			Laboratoire 2			Ambulatoire 2		
	Heure du coucher	Heure à la sortie du lit	Temps total au lit	Fermeture des lumières	Ouverture des lumières	Temps total au lit	Heure du coucher	Heure à la sortie du lit	Temps total au lit	Fermeture des lumières	Ouverture des lumières	Temps total au lit	Heure du coucher	Heure à la sortie du lit	Temps total au lit
	<b>Contrôle</b>														
1c	22h13	06h06	07h52	22h35	06h25	07h50	08h56	13h52	04h55	09h40	17h30	07h50	23h32	07h02	07h41
3c	22h02	06h15	08h13	22h13	06h12	07h59	13h29	18h56	05h26	10h09	18h09	08h00	01h40	08h34	06h54
5c	00h17	07h53	07h36	00h06	08h06	08h00	09h51	17h28	07h36	09h39	17h39	08h00	01h54	11h03	09h09
6c	21h08	05h10	08h02	21h09	05h09	07h59	08h44	17h22	08h37	09h37	17h37	08h00	22h05	08h11	10h06
8c	22h38	06h54	08h16	22h47	06h47	08h00	10h05	17h11	07h05	09h59	18h00	08h01	23h58	08h32	08h34
9c	22h57	06h57	08h00	22h59	06h59	08h00	09h20	16h04	06h44	09h33	17h33	08h00	00h10	09h17	09h07
10c	23h05	07h04	07h58	23h06	07h06	08h00	08h17	16h55	08h37	10h00	16h00	05h59	00h45	10h21	09h35
11c	23h05	07h06	08h01	23h23	07h23	08h00	09h28	18h29	09h00	10h17	18h17	08h00	00h51	08h58	08h07
15c	23h56	07h57	08h00	00h02	08h02	08h00	09h40	18h52	09h11	09h55	17h55	08h00	01h46	11h04	09h18
<b>Moyenne</b>	<b>22h49</b>	<b>06h49</b>	<b>08h00</b>	<b>22h55</b>	<b>06h54</b>	<b>07h58</b>	<b>09h46</b>	<b>17h14</b>	<b>07h28</b>	<b>09h52</b>	<b>17h37</b>	<b>07h45</b>	<b>00h31</b>	<b>09h13</b>	<b>08h43</b>
<b>ES</b>	<b>00h57</b>	<b>00h52</b>	<b>00h11</b>	<b>00h18</b>	<b>00h18</b>	<b>00h01</b>	<b>00h30</b>	<b>00h31</b>	<b>00h31</b>	<b>00h05</b>	<b>00h13</b>	<b>00h13</b>	<b>00h24</b>	<b>00h27</b>	<b>00h20</b>
	<b>Intervention</b>														
1i	22h37	06h42	08h04	22h47	06h47	08h00	08h52	16h04	07h11	08h40	16h40	08h00	22h25	06h27	08h02
2i	21h27	05h28	08h01	21h35	05h30	07h55	08h10	16h15	08h05	09h01	17h00	07h59	00h12	07h55	07h43
4i	21h44	05h59	08h14	22h05	06h05	08h00	10h19	17h24	07h04	10h15	18h14	07h59	22h09	06h52	08h42
5i	23h33	06h03	06h29	23h00	07h00	08h00	09h55	17h54	07h59	10h10	18h09	07h59	01h59	10h02	08h03
7i	23h04	07h05	08h00	23h07	07h07	08h00	09h30	16h49	07h19	10h17	18h17	08h00	22h48	08h17	09h29
12i	22h21	07h02	08h41	22h46	06h46	08h00	08h13	16h09	07h56	08h59	16h59	08h00	23h19	08h14	08h55
13i	23h19	07h46	08h26	23h33	07h33	08h00	09h53	17h48	07h55	10h00	18h00	08h00	00h18	09h42	09h24
16i	23h02	07h06	08h03	23h18	07h18	08h00	10h07	17h44	07h36	10h16	18h17	08h00	23h24	11h39	12h15
<b>Moyenne</b>	<b>22h39</b>	<b>06h39</b>	<b>08h00</b>	<b>22h46</b>	<b>06h46</b>	<b>07h59</b>	<b>09h22</b>	<b>17h01</b>	<b>07h38</b>	<b>09h42</b>	<b>17h42</b>	<b>07h59</b>	<b>23h34</b>	<b>08h38</b>	<b>09h04</b>
<b>ES</b>	<b>00h45</b>	<b>00h45</b>	<b>00h39</b>	<b>00h13</b>	<b>00h14</b>	<b>00h00</b>	<b>00h17</b>	<b>00h16</b>	<b>00h08</b>	<b>00h14</b>	<b>00h14</b>	<b>00h00</b>	<b>00h26</b>	<b>00h36</b>	<b>00h30</b>
Valeur de p tests de t bilatéraux	<b>0.69</b>	<b>0.67</b>	<b>0.996</b>	<b>0.70</b>	<b>0.73</b>	<b>0.63</b>	<b>0.67</b>	<b>0.72</b>	<b>0.96</b>	<b>0.51</b>	<b>0.84</b>	<b>0.33</b>	<b>0.15</b>	<b>0.45</b>	<b>0.57</b>

**Tableau 4 :** Heures de coucher et de lever en laboratoire et en ambulatoire pour chacun des participants. Les heures de fermeture et d'ouverture des lumières des deux périodes de sommeil en laboratoire ont été moyennées pour chaque visite. Les données ambulatoires proviennent de l'agenda de sommeil confirmé par actigraphie. Pour la période ambulatoire 1, les données des 6 périodes de sommeil diurnes entre les 2 visites en laboratoire ont été moyennées. Pour la période ambulatoire 2, les données des 5 périodes de sommeil nocturnes suivant la deuxième visite en laboratoire ont été moyennées. Des tests de t bilatéraux effectués afin de comparer les heures de coucher, de lever et le temps total au lit entre les groupes n'ont révélé aucune différence significative entre les groupes.

Tableau 5 : ANOVAs pour les paramètres du sommeil mesurés en laboratoire

Paramètres du sommeil		LE		TTS		ES		LSP		TAEA		# de réveils	
Facteurs	dl	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Groupe	1	0,23	0,64	0,45	0,52	0,36	0,56	0,01	0,92	0,49	0,50	0,00	0,99
Visite	1	2,50	0,14	0,69	0,42	0,75	0,40	0,01	0,94	0,51	0,49	0,17	0,69
Groupe x Visite	1	0,00	0,97	0,00	0,96	0,01	0,93	0,80	0,39	0,00	0,99	0,29	0,60

**Tableau 5:** Résultats des ANOVAs mixtes à 2 facteurs pour les paramètres du sommeil mesurés par polysomnographie lors de la 1<sup>ère</sup> et de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire (périodes de sommeil 2L et 4L). Voir le Tableau 7 pour le détail de la légende.

Tableau 6 : ANOVAs pour les stades du sommeil mesurés en laboratoire

Stades du sommeil		% Éveil		% Stade 1		% Stade 2		% Stade 3		% Stade 4		% SLP		% SP	
Facteurs	dl	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Groupe	1	1,86	0,20	0,42	0,53	0,32	0,58	2,13	0,17	0,07	0,79	0,38	0,55	0,00	0,98
Visite	1	0,05	0,82	0,06	0,82	0,00	0,96	0,08	0,79	2,47	0,14	1,47	0,25	0,35	0,57
Groupe x Visite	1	0,36	0,56	1,83	0,21	0,58	0,46	0,04	0,85	0,00	1,00	0,01	0,94	0,08	0,78

**Tableau 6 :** Résultats des ANOVAs mixtes à 2 facteurs pour les stades de sommeil mesurés par polysomnographie lors de la 1<sup>ère</sup> et de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire (périodes de sommeil 2L et 4L). Voir le Tableau 7 pour le détail de la légende.

Tableau 7 : Paramètres du sommeil mesurés en laboratoire

	Contrôle		Intervention	
	Visite 1 PS2L (n=7)	Visite 2 PS4L (n=7)	Visite 1 PS2L (n=6)	Visite 2 PS4L (n=6)
LE (min)	7,71 (1,02)	6,81 (2,58)	10,69 (5,88)	4,77 (1,19)
LSP (min)	75,14 (6,70)	62,38 (3,60)	62,17 (8,43)	72,97 (24,26)
TTS (min)	437,24 (7,80)	427,33 (13,21)	445,94 (8,58)	434,72 (17,96)
ES (%)	91 (2)	88 (3)	92 (2)	90 (4)
TEAE (min)	31,67 (7,40)	46,05 (15,07)	23,94 (4,27)	38,08 (17,44)
# de réveils	7,14 (1,74)	8,43 (1,91)	7,83 (2,29)	7,67 (1,05)
% Éveil	6,52 (1,54)	7,44 (1,81)	4,94 (0,89)	4,53 (0,80)
% Stade 1	2,08 (1,05)	1,69 (0,53)	0,84 (0,26)	1,49 (0,58)
% Stade 2	47,03 (5,16)	44,80 (5,43)	48,04 (3,95)	50,58 (3,82)
% Stade 3	8,62 (1,54)	8,54 (0,79)	7,05 (1,06)	6,56 (0,93)
% Stade 4	19,38 (3,40)	16,18 (2,98)	18,42 (2,46)	15,22 (2,12)
% SLP	28,00 (4,67)	24,72 (3,63)	25,47 (3,31)	21,78 (2,59)
% SP	25,11 (2,30)	26,56 (2,49)	25,65 (1,53)	26,16 (2,33)

**Tableau 7 :** Sommaire des données sur le sommeil des participants telles que mesurées par polysomnographie lors des 2 visites en laboratoire. Les données sont celles des périodes de sommeil 2L et 4L et sont présentées pour les 2 groupes (moyenne (ES)). Les ANOVAs n'ont révélé aucune différence significative entre les groupes ou les visites et aucune interaction pour tous les paramètres et stades du sommeil inclus dans ce tableau. LE (latence à l'endormissement), LSP (latence au sommeil paradoxal), TTS (temps total de sommeil), ES (efficacité du sommeil), TEAE (temps d'éveil après l'endormissement), SLP (sommeil lent profond). Le moment de l'endormissement était déterminé après 1 minute consécutive de stade 1 ou la première époque de stade 2. Le TTS est le nombre de min passées dans les stades de sommeil 1 à 4 et en SP, de l'endormissement au réveil final. L'efficacité du sommeil (%) est : 
$$\frac{TTS(\text{min}) \times 100}{\text{Tempstotal d'enregistrement (min)}}$$

Le TEAE inclut le temps d'éveil au cours de l'épisode de sommeil et le temps d'éveil entre l'éveil final et l'ouverture des lumières. Un réveil était un minimum d'une minute d'éveil et le réveil final était déterminé lorsqu'il n'y avait pas de retour à d'autres stades de sommeil après un minimum d'une minute d'éveil. Le % de SLP est = % de Stade 3 + % de Stade 4.

Tableau 8 : ANOVAs pour les stades de sommeil par tiers de période de sommeil en laboratoire

Stades du sommeil		Éveil		Stade 1		Stade 2		Stade 3		Stade 4		SLP		SP	
Facteurs	dl	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Groupe	1	0,36	0,56	0,81	0,39	0,61	0,45	0,79	0,39	0,02	0,88	0,13	0,72	0,05	0,83
Tiers	2	15,62	<,0001	2,70	0,09	13,97	0,0001	23,93	<,0001	68,85	<,0001	86,34	<,0001	17,49	<,0001
Visite	1	0,00	0,95	1,13	0,31	0,52	0,49	0,40	0,54	0,95	0,35	0,22	0,65	1,16	0,31
Groupe x Tiers	2	0,00	1,00	0,01	0,99	0,07	0,93	0,25	0,78	0,04	0,96	0,00	1,00	0,34	0,72
Groupe x Visite	1	0,03	0,86	0,75	0,41	0,00	0,95	0,36	0,56	0,06	0,81	0,16	0,69	0,15	0,71
Tiers x Visite	2	1,21	0,32	0,81	0,46	1,35	0,28	0,89	0,43	0,25	0,78	0,48	0,63	1,56	0,23
Groupe x Tiers x Visite	2	0,17	0,84	1,13	0,34	0,52	0,60	0,16	0,86	0,53	0,59	0,48	0,63	1,15	0,34

**Tableau 8 :** Résultats des ANOVAs mixtes à 3 facteurs pour les stades de sommeil par tiers de période de sommeil mesurés par polysomnographie lors de la première (période de sommeil 2L) et de la deuxième (période de sommeil 4L) visite en laboratoire. Les ANOVAs ont révélé un effet principal significatif des tiers de période de sommeil pour l'éveil, le stade 2, 3 et 4, le SLP (sommeil lent profond : somme des stades 3 et 4) et le SP (sommeil paradoxal) ainsi qu'une tendance pour un effet principal des tiers de période de sommeil pour le stade 1. Un encadré gras indique un résultat significatif et un encadré pointillé indique une tendance.

Tableau 9 : Performance psychomotrice en laboratoire

		Vitesse moyenne des 10% supérieures		Vitesse médiane		Vitesse moyenne des 10% inférieures	
		Visite 1	Visite 2	Visite 1	Visite 2	Visite 1	Visite 2
Groupes contrôle et intervention	<b>Moyenne (n=17)</b>	<b>5.46</b>	<b>5.14</b>	<b>4.45</b>	<b>4.05</b>	<b>3.14</b>	<b>2.66</b>
	<b>ES</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>	<b>0.08</b>	<b>0.13</b>	<b>0.11</b>	<b>0.17</b>
Valeur de p		<i>0.0008</i>		<i>0.0011</i>		<i>0.0017</i>	

**Tableau 9 :** Performance psychomotrice en laboratoire. Les policiers (tous groupes confondus) étaient significativement plus lents sur la TVP pour la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées, la vitesse médiane et la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus basses lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire que lors de la 1<sup>ère</sup> visite.

Tableau 10 : ANOVAs pour la performance psychomotrice en laboratoire

Paramètres de la TVP		# d'inattentions		Vitesse moyenne du 10% plus rapide		Vitesse médiane		Vitesse moyenne du 10% plus lent	
Facteurs	dl	F	p	F	p	F	p	F	p
Groupe	1	1,130	0,304	1,970	0,181	0,850	0,372	0,360	0,557
Heures d'éveil	3	2,750	0,054	1,250	0,304	2,650	0,060	2,220	0,099
Visite	1	9,320	0,008	17,430	0,001	16,380	0,001	14,490	0,002
Groupe x Heures d'éveil	3	0,860	0,469	0,290	0,835	0,360	0,782	0,440	0,727
Groupe x Visite	1	1,120	0,307	0,300	0,592	0,530	0,479	0,890	0,361
Heures d'éveil x Visite	3	3,660	0,019	0,610	0,614	2,160	0,106	2,760	0,053
Groupe x Heures d'éveil x Visite	3	0,120	0,945	0,270	0,847	0,650	0,585	0,500	0,686

**Tableau 10** : Résultats des ANOVAs mixtes à 3 facteurs pour la performance psychomotrice lors des 2 visites en laboratoire. Les ANOVAs ont révélé une tendance pour un effet principal des heures d'éveil pour la vitesse médiane. Les analyses ont aussi révélé un effet principal significatif des visites pour la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées et la vitesse médiane. Finalement, les ANOVAs ont révélé une interaction significative entre les groupes et les visites pour le nombre d'épisodes d'inattention et la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus basses. Un encadré gras indique un résultat significatif et un encadré pointillé indique une tendance.

Tableau 11 : ANOVAs pour la vigilance subjective en laboratoire

Facteurs	dl	Vigilance subjective	
		F	p
Groupe	1	0.171	0.686
Hrs d'éveil	7	21.091	<.0001
Visite	1	23.169	0.0003
Groupe x Hrs d'éveil	7	0.545	0.799
Groupe x Visite	1	0.482	0.499
Hrs d'éveil x Visite	7	9.048	<.0001
Groupe x Hrs d'éveil x Visite	7	1.120	0.356

**Tableau 11** : Résultats de l'ANOVA mixte à 3 facteurs pour la vigilance subjective mesurée par une échelle visuelle analogue (EVA) lors des 2 visites en laboratoire. L'ANOVA a révélé une interaction significative entre les heures d'éveil et les visites. Un encadré gras indique un résultat significatif.

Tableau 12 : Marqueurs circadiens

	UaMT6s					Mélatonine salivaire					Cortisol salivaire				
	Point milieu (heure du jour)		Changement de phase	Quantité totale 24 hrs (ng)		Acrophase (hr du jour)		Changement de phase	Amplitude (pg/ml)		Acrophase (hr du jour)		Changement de phase	Amplitude (ug/dl)	
	Visite 1	Visite 2		Visite 1	Visite 2	Visite 1	Visite 2		Visite 1	Visite 2	Visite 1	Visite 2		Visite 1	Visite 2
Groupe contrôle (n=9)															
<b>Moyenne</b>	<b>3h55</b>	<b>9h40</b>	<b>-5.75</b>	<b>26724</b>	<b>26992</b>	<b>3h51</b>	<b>8h22</b>	<b>-4.52</b>	<b>11.11</b>	<b>9.08</b>	<b>10h45</b>	<b>12h05</b>	<b>-1.34</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>
<b>ES</b>	<b>0h30</b>	<b>2h03</b>	<b>2.10</b>	<b>4184</b>	<b>4830</b>	<b>1h11</b>	<b>2h23</b>	<b>3.21</b>	<b>1.67</b>	<b>1.45</b>	<b>1h47</b>	<b>2h06</b>	<b>2.28</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>
Groupe intervention (n=8)															
<b>Moyenne</b>	<b>3h58</b>	<b>11h02</b>	<b>-7.07</b>	<b>22415</b>	<b>24086</b>	<b>2h35</b>	<b>8h31</b>	<b>-5.93</b>	<b>12.77</b>	<b>10.64</b>	<b>10h57</b>	<b>13h51</b>	<b>-2.90</b>	<b>0.11</b>	<b>0.05</b>
<b>ES</b>	<b>0h40</b>	<b>1h32</b>	<b>1.26</b>	<b>3057</b>	<b>3336</b>	<b>1h13</b>	<b>1h52</b>	<b>2.3</b>	<b>4.77</b>	<b>1.87</b>	<b>2h09</b>	<b>2h15</b>	<b>2.47</b>	<b>0.04</b>	<b>0.01</b>
Valeur de p Test de t bilatéral			<b>0.62</b>					<b>0.73</b>					<b>0.66</b>		

**Tableau 12** : Données des marqueurs circadiens mesurées en laboratoire : urinaire, mélatonine et cortisol salivaires. Bien que le changement de phase était plus grand chez les policiers du groupe intervention, les tests de t n'ont révélé aucune différence significative entre les groupes pour l'échantillon étudié. UaMT6S=6-sulfatoxy-mélatonine urinaire.

Tableau 13 : ANOVAs pour la performance psychomotrice en ambulatoire

Paramètres de la TVP		Vitesse moyenne du 10% plus rapide		Vitesse médiane		Vitesse moyenne du 10% plus lent		# d'inattentions	
Facteurs	dl	F	p	F	p	F	p	F	p
Groupe	1	0,228	0,650	0,152	0,710	0,081	0,785	0,234	0,646
Quart de travail	6	<b>3,802</b>	<b>0,002</b>	<b>2,636</b>	<b>0,022</b>	0,597	0,732	0,357	0,904
Moment du test	1	<b>6,231</b>	<b>0,047</b>	<b>12,051</b>	<b>0,013</b>	<b>4,098</b>	<b>0,089</b>	<b>5,044</b>	<b>0,066</b>
Groupe x Quart de travail	6	<b>1,777</b>	<b>0,114</b>	<b>2,648</b>	<b>0,021</b>	1,820	0,105	1,104	0,368
Groupe x Moment du test	1	0,035	0,857	0,000	1,000	0,000	1,000	0,016	0,905
Quart de travail x Moment du test	6	0,931	0,477	0,477	0,824	1,543	0,175	1,030	0,412
Groupe x Quart de travail x Moment du test	6	<b>2,417</b>	<b>0,034</b>	1,270	0,280	1,394	0,227	0,784	0,585

**Tableau 13** : Résultats des ANOVAs mixtes à 3 facteurs (Groupe, quart de travail et moment du test) pour la performance psychomotrice lors des quarts de travail de nuit. L'ANOVA pour la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées a révélé une interaction significative entre les 3 facteurs. De même, l'ANOVA pour la vitesse médiane a révélé une interaction significative entre les groupes et les quarts de travail. Un encadré gras indique un résultat significatif et un encadré pointillé indique une tendance.

Tableau 14 : ANOVAs pour la vigilance subjective en ambulatoire

Facteurs	dl	Vigilance subjective	
		F	p
Groupe	1	0,423	0,532
Moment du test	6	1,248	0,291
Quart de travail	2	<b>8,164</b>	<b>0,002</b>
Groupe x Moment du test	6	1,045	0,402
Groupe x Quart de travail	2	1,209	0,316
Moment du test x Quart de travail	12	0,514	0,904
Groupe x Moment du test x Quart de travail	12	1,209	0,280

**Tableau 14** : Résultats de l'ANOVA mixte à 3 facteurs pour la vigilance subjective mesurée par une EVA lors des quarts de travail de nuit . L'ANOVA a révélé un effet principal significatif des quarts de travail. Un encadré gras indique un résultat significatif.

Tableau 15 : ANOVAs pour les paramètres du sommeil mesurés en ambulatoire

**Ambulatoire 1**

Paramètres du sommeil		LE		TTS		ES		TAEA		# de réveils	
Facteurs	dl	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Groupe	1	1,33	0,27	0,13	0,72	0,10	0,76	0,00	0,96	0,82	0,38
PS	2	1,21	0,31	0,49	0,62	0,38	0,69	0,24	0,79	2,31	0,12
Groupe x PS	2	2,14	0,14	0,27	0,76	0,15	0,86	1,04	0,37	1,44	0,25

**Ambulatoire 2**

Paramètres du sommeil		LE		TTS		ES		TAEA		# de réveils	
Facteurs	dl	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Groupe	1	1,10	0,32	1,00	0,34	4,12	0,07	0,75	0,41	1,22	0,30
PS	1	0,00	0,99	1,33	0,28	0,39	0,55	0,01	0,94	0,53	0,48
Groupe x PS	1	2,19	0,17	0,40	0,54	1,15	0,31	0,00	0,98	0,01	0,92

**Tableau 15 :** Résultats des ANOVAs mixtes à 2 facteurs pour les paramètres du sommeil déterminés à l'aide des données d'actigraphie récoltées pendant les périodes ambulatoires. Première période ambulatoire : PS 1&2A, 3&4A et 5&6A. Deuxième période ambulatoire : PS 7&8A et 9&10&11A. Une tendance pour un effet principal de groupe a été observée pour l'efficacité du sommeil lors de la 2<sup>e</sup> période ambulatoire avec une meilleure efficacité chez les policiers du groupe contrôle que chez ceux du groupe intervention. LE (latence à l'endormissement), TTS (temps total de sommeil), ES (efficacité du sommeil) et TEAE (temps d'éveil après l'endormissement), PS (période de sommeil). Un encadré pointillé indique une tendance.

Tableau 16 : Paramètres du sommeil mesurés en ambulatoire

Paramètre	Ambulatoire 1 Contrôle (n=8), Intervention (n=7)			Ambulatoire 2 Contrôle (n=7), Intervention (n=6)	
	Contrôle				
	PS 1&2A	PS 3&4A	PS 5&6A	PS 7&8A	PS 9&10&11A
LE (min)	12,63 (3,13)	11,50 (1,30)	17,63 (3,57)	13,75 (4,00)	24,61 (9,92)
TTS (min)	379,13 (29,56)	375,00 (28,07)	389,13 (41,88)	461,25 (47,01)	413,61 (22,19)
ES (%)	83,44 (1,68)	84,93 (1,37)	83,51 (1,90)	84,31 (3,48)	82,99 (1,30)
TEAE (min)	56,06 (12,56)	48,50 (5,25)	47,38 (6,38)	54,33 (5,33)	54,56 (8,00)
# d'éveils	8,75 (1,00)	9,44 (1,12)	8,88 (1,60)	10,42 (1,53)	11,94 (1,59)
	Intervention				
	PS 1&2A	PS 3&4A	PS 5&6A	PS 7&8A	PS 9&10&11A
LE (min)	8,21 (1,82)	15,57 (4,05)	12,43 (3,93)	34,92 (10,53)	15,56 (4,59)
TTS (min)	376,86 (21,84)	399,71 (14,06)	403,57 (16,70)	410,33 (29,29)	396,44 (13,45)
ES (%)	85,14 (3,21)	85,15 (2,64)	84,22 (2,62)	76,03 (2,71)	81,02 (3,00)
TEAE (min)	45,79 (15,88)	46,71 (8,75)	57,57 (11,83)	76,58 (22,89)	66,28 (13,60)
# d'éveils	8,86 (2,15)	11,57 (1,46)	11,93 (1,89)	12,50 (2,54)	13,67 (1,19)

**Tableau 16** : Sommaire des données sur le sommeil déterminées à l'aide des données d'actigraphie récoltées lors des 2 périodes ambulatoires. Pour la 1<sup>ère</sup> période ambulatoire, les données des PS 1&2A, 3&4A et 5&6A ont été moyennées par participant puis par groupe. Aucune interaction entre les groupes et les PS et aucun effet principal de groupe ou de période de sommeil n'a été observé pour ces paramètres lors de la 1<sup>ère</sup> période ambulatoire. Pour la 2<sup>e</sup> période ambulatoire, les données des PS 7&8A et 9&10&11A ont été moyennées par participant puis par groupe. Aucune interaction entre les groupes et les PS et aucun effet principal de PS n'a été observé pour ces paramètres lors de la 2<sup>e</sup> période ambulatoire. Une tendance pour un effet principal de groupe a été observée pour l'efficacité du sommeil. Ainsi, l'efficacité du sommeil des policiers du groupe contrôle était supérieure à celle des policiers du groupe intervention lors de la 2<sup>e</sup> période ambulatoire. Aucun autre effet principal de groupe ne s'est avéré significatif. Toutes les valeurs de F et de p se trouvent au Tableau 15. Les données sont exprimées par la moyenne ± ES. LE (latence à l'endormissement), TTS (temps total de sommeil), ES (efficacité du sommeil en %), TTL (temps total au lit) et TEAE (temps d'éveil après l'endormissement, exclu le temps d'éveil après le réveil final), PS (période de sommeil)

$$ES = \left( \frac{TTS \text{ (minute)} * 100}{TTL \text{ (minute)}} \right)$$

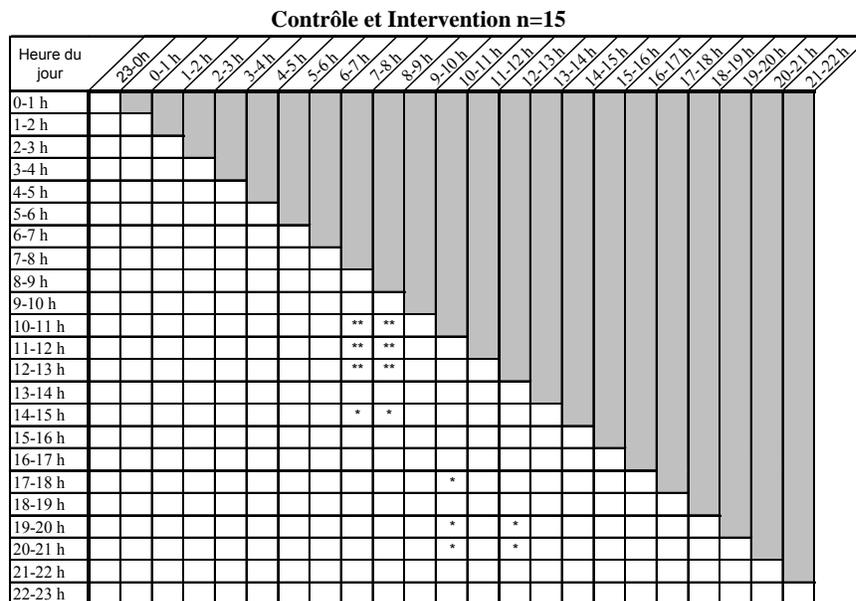
Tableau 17 : Différences significatives du patron d'exposition à la lumière sans correction pour le port de lunettes orangées, macaron

**Contrôle et Intervention n=14**

Heure du jour	23-0h	0-1 h	1-2 h	2-3 h	3-4 h	4-5 h	5-6 h	6-7 h	7-8 h	8-9 h	9-10 h	10-11 h	11-12 h	12-13 h	13-14 h	14-15 h	15-16 h	16-17 h	17-18 h	18-19 h	19-20 h	20-21 h	21-22 h	22-23 h
0-1 h																								
1-2 h																								
2-3 h																								
3-4 h																								
4-5 h																								
5-6 h																								
6-7 h																								
7-8 h																								
8-9 h																								
9-10 h																								
10-11 h													**	*										
11-12 h	*							**	***	**														
12-13 h	**					*	*	***	***	***														
13-14 h	***			*	*	**	**	***	***	***														
14-15 h	**		*	*	*	*	*	***	***	***														
15-16 h								*																
16-17 h													*	*	*									
17-18 h													*	*	*									
18-19 h													*	*	*									
19-20 h													*											
20-21 h																								
21-22 h																								
22-23 h																								

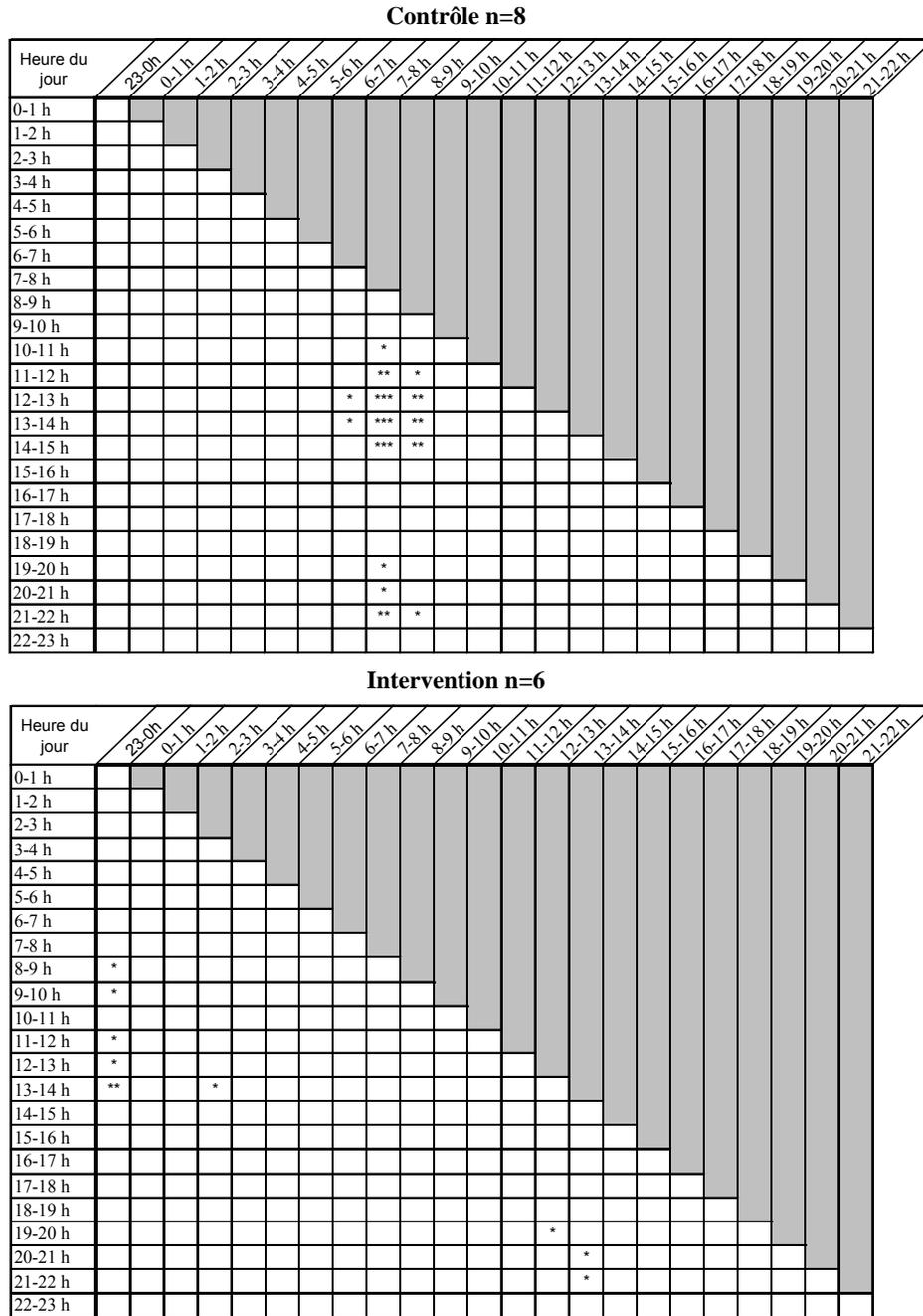
**Tableau 17 :** Différences significatives pour le patron d'exposition à la lumière des groupes contrôle et intervention combinées obtenues suite au test de Tukey pour chacune des heures de la journée. Basées sur les données récoltées avec le macaron sans correction pour le port de lunettes orangées. Les données sont illustrées au panneau supérieur de [l'Annexe B, Figure 14](#) de. \*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,0001

Tableau 18 : Différences significatives du patron d'exposition à la lumière sans correction pour le port de lunettes orangées, actigraphe



**Tableau 18 :** Différences significatives pour le patron d'exposition à la lumière des groupes contrôle et intervention combinés obtenues suite au test de Tukey pour chacune des heures de la journée. Basées sur les données récoltées avec l'actigraphe sans correction pour le port de lunettes orangées. Les données sont illustrées au panneau supérieur de [l'Annexe B, Figure 14](#). \*p<0,05; \*\*p<0,01

Tableau 19 : Différences significatives du patron d'exposition à la lumière avec correction pour le port de lunettes orangées, macaron



**Tableau 19 :** Différences significatives pour le patron d'exposition à la lumière du groupe contrôle (haut) et intervention (bas) obtenues suite au test de Tukey pour chacune des heures de la journée. Basées sur les données récoltées avec le macaron et corrigées pour le port de lunettes orangées. Les données sont illustrées au panneau supérieur de [l'Annexe B, Figure 15](#). \*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,0001

Tableau 20 : Temps d'utilisation de la lampe de luminothérapie

Participant	Quart de travail							Nombre total de minutes	Moyenne par quart de travail
	1	2	3	4	5	6	7		
1	102	80	90	105	125	110	58	670	96
2	200	30	330	120	300	240	210	1430	204
4	95	86	96	62	44	15	15	413	59
5	65	10	95	110	130	190	60	660	94
7	92	120	85	160	130	145	150	882	126
12	106	110	119	93	89	45	120	682	97
13	43	11	0	170	40	40	10	314	45
16	60	47	55	45	40	30	36	313	45
<b>Moyenne</b>	<b>95</b>	<b>62</b>	<b>109</b>	<b>108</b>	<b>112</b>	<b>102</b>	<b>82</b>	<b>671</b>	<b>96</b>
ES	17	15	34	15	30	29	25	130	19

**Tableau 20 :** Temps d'utilisation en min de la lampe de luminothérapie pendant les quarts de travail de nuit de chacun des policiers du groupe intervention.

Tableau 21 : Charge de travail

	Physique	Psychologique	Nature stressante	Quantité de travail
Groupe contrôle (n=9) <b>Moyenne</b>	<b>1.57</b>	<b>2.91</b>	<b>2.19</b>	<b>3.32</b>
<b>ES</b>	<b>0.32</b>	<b>0.54</b>	<b>0.44</b>	<b>0.57</b>
Groupe intervention (n=8) <b>Moyenne</b>	<b>2.75</b>	<b>2.91</b>	<b>2.81</b>	<b>4.00</b>
<b>ES</b>	<b>0.84</b>	<b>0.67</b>	<b>0.58</b>	<b>0.66</b>
Valeur de <b>p</b> test de t bilatéral	<b>0.22</b>	<b>1.00</b>	<b>0.41</b>	<b>0.45</b>

**Tableau 21** : Évaluation subjective de la charge de travail physique, psychologique, la nature stressante et la quantité de travail (de 0 : Faible à 10 : Élevée) . La charge de travail des policiers était évaluée comme comparable entre les groupes pour tous les critères évalués. De manière générale, la charge de travail était évaluée de faible à modérée.

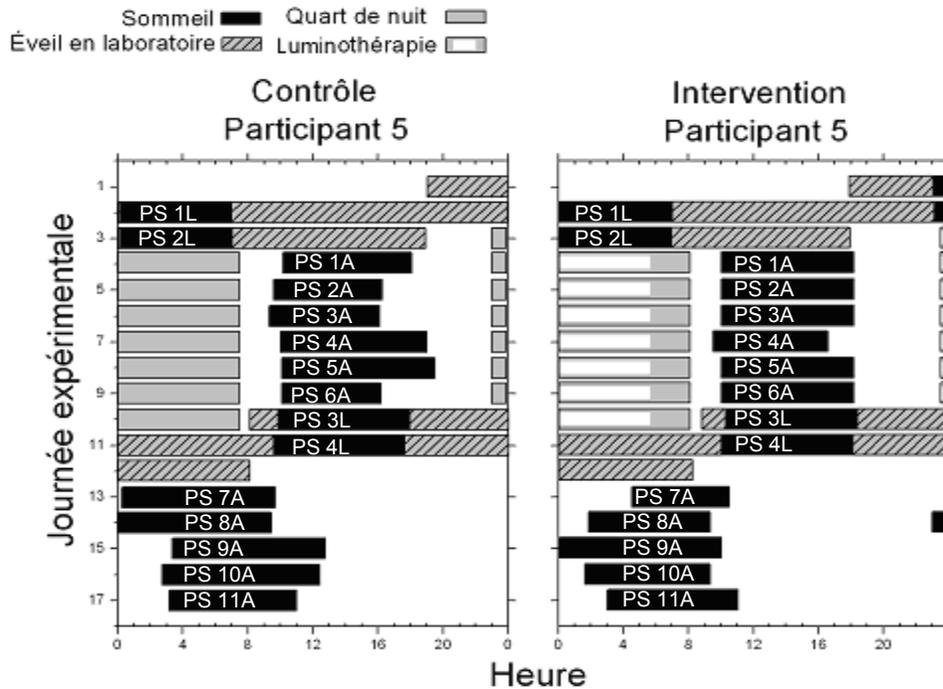
## **ANNEXE B : FIGURES**

Figure 1 : Horaire de travail

J--Quart de jour S--Quart de soir N--Quart de nuit C--Congé						
Dim	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam
C <sup>1</sup>	S <sup>2</sup>	S <sup>3</sup>	S <sup>4</sup>	C <sup>5</sup>	C <sup>6</sup>	J <sup>7</sup>
J <sup>8</sup>	J <sup>9</sup>	J <sup>10</sup>	C <sup>11</sup>	C <sup>12</sup>	N <sup>13</sup>	N <sup>14</sup>
N <sup>15</sup>	N <sup>16</sup>	N <sup>17</sup>	N <sup>18</sup>	N <sup>19</sup>	C <sup>20</sup>	C <sup>21</sup>
C <sup>22</sup>	C <sup>23</sup>	C <sup>24</sup>	C <sup>25</sup>	S <sup>26</sup>	S <sup>27</sup>	S <sup>28</sup>
S <sup>29</sup>	C <sup>30</sup>	C <sup>31</sup>	J <sup>32</sup>	J <sup>33</sup>	J <sup>34</sup>	C <sup>35</sup>

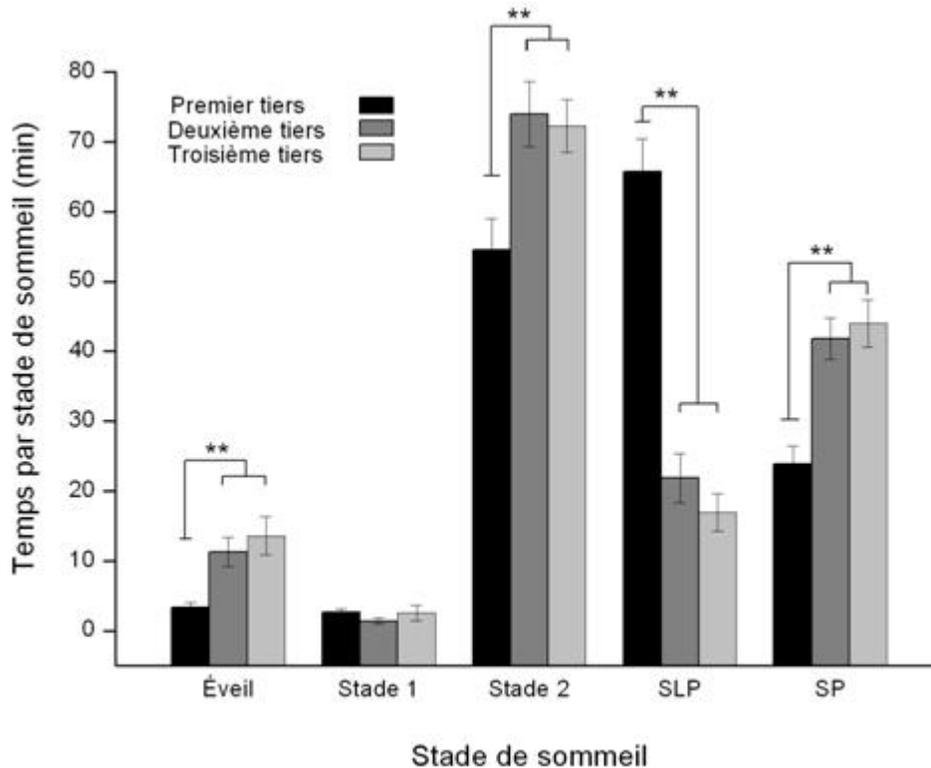
**Figure 1 :** L'horaire rotatif de travail des policiers patrouilleurs s'étend sur une période de 35 jours. Les chiffres indiquent les journées de ce cycle de travail. Les policiers sont divisés en 5 groupes (1 à 5). Chaque groupe travaille à un intervalle de 7 quarts de travail du groupe précédent. Un policier du groupe 1 débute son cycle à la journée 1, un policier du groupe 2 à la journée 8 et ainsi de suite pour les 5 groupes. Au cours d'une année, le cycle de 35 jours se répète en boucle. En général, les quarts de travail sont d'une durée de 8 à 8,5 heures et les quarts de travail de nuit débutent à 22h00, 22h30, 23h00 ou 23h30.

Figure 2 : Protocole expérimental



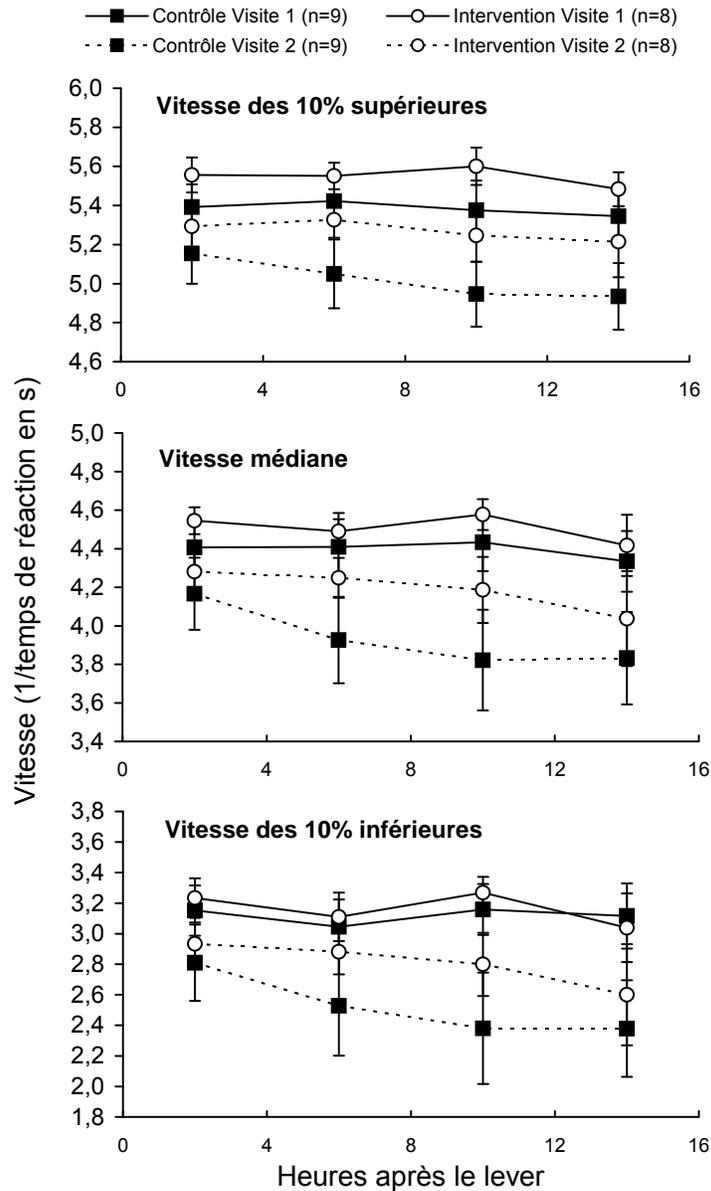
**Figure 2 :** Sur ce graphique, les heures du jour sont représentées sur l’abscisse et les jours successifs sur l’ordonnée. Les rectangles noirs illustrent les périodes de sommeil; les gris hachurés, les périodes d’éveil en laboratoire; les gris, les quarts de travail et les blancs, les périodes de luminothérapie. Les périodes de sommeil sont numérotées 1L à 4L pour les visites en laboratoire et 1A à 11A pour les périodes ambulatoires. Pour fin d’illustration, l’horaire de sommeil et de travail du participant 5 sous chacune des conditions est représenté. Des policiers patrouilleurs travaillant des quarts de nuit d’une durée de 8 à 8,5 heures dans le cadre d’un horaire rotatif furent recrutés. Après avoir maintenu un horaire de sommeil nocturne pendant 5 à 7 jours (quarts de jour, quarts de soir et/ou congés), les policiers étaient admis en laboratoire pour l’évaluation initiale de leur sommeil, éveil et de leur oscillateur circadien (Jours 1 à 3). Suite à cette évaluation, les policiers travaillèrent 7 quarts de nuit consécutifs selon leur horaire habituel de travail (première période ambulatoire, Jours 3 à 10). Lors de cette période, les policiers du groupe intervention suivaient un horaire judicieux d’exposition à la lumière et à l’obscurité. L’intervention consistait en 1) luminothérapie la nuit, 2) lunettes orangées le matin et 3) horaire régulier de sommeil/obscurité le jour. Chaque période de sommeil diurne devait débiter 2 heures après la fin de leur quart de travail et durer 8 heures. Les policiers du groupe contrôle étaient libres de choisir leurs heures de sommeil et ne recevaient aucune consigne concernant leur exposition à la lumière/obscurité. L’évaluation finale en laboratoire débutait suivant le dernier quart de travail de nuit par une période de sommeil diurne planifiée 2 heures après la fin du dernier quart de travail de nuit (Jours 10 à 12). Enfin, une deuxième période ambulatoire de 5 jours permettait d’observer le retour graduel des policiers à un horaire diurne. Pendant cette période, tous les policiers étaient libres de se coucher et de se lever aux heures qui leur convenaient (Jours 12 à 17).

Figure 3 : Organisation du sommeil en laboratoire



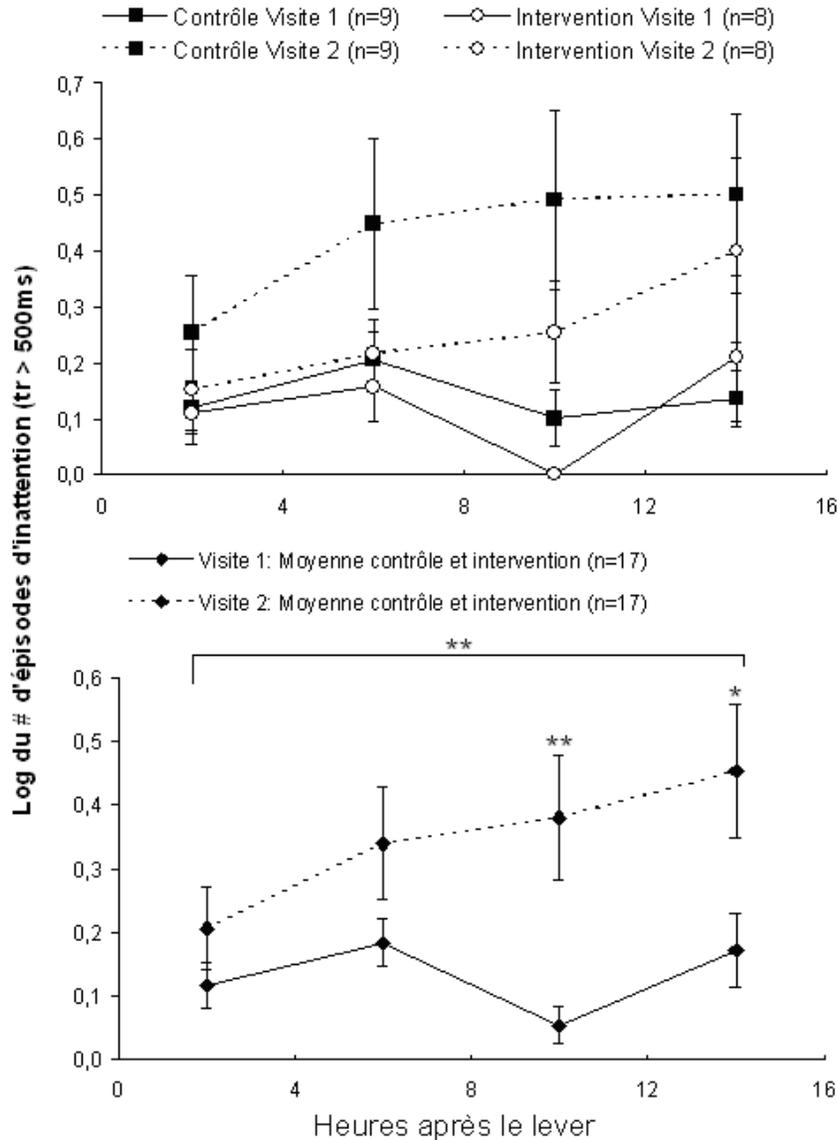
**Figure 3 :** Nombre de min passées dans chaque stade de sommeil par tiers de période de sommeil (1<sup>er</sup> tiers : noir, 2<sup>e</sup> tiers : gris foncé et 3<sup>e</sup> tiers : gris pâle). Les données de tous les participants (n=14) et des deux visites ont été combinées puisqu'il n'y avait pas d'effet significatif de groupe ou de visite. Les données sont exprimées par la moyenne  $\pm$  ES. Les sujets 1c, 2t, 4t et 10c ont été exclus des analyses pour cause de données manquantes. Pour les analyses statistiques, le nombre de min d'éveil et de stade 1 a été transformé par une fonction logarithmique afin d'en normaliser la distribution. \*\*p<0,01. Pendant les périodes de sommeil, il y avait plus de min d'éveil, de stade 2 et de sommeil paradoxal (SP) lors des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> tiers que lors du 1<sup>er</sup> tiers. Enfin, il y avait plus de min de sommeil lent profond (SLP) au 1<sup>er</sup> tiers qu'aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> tiers des périodes de sommeil.

Figure 4 : Performance en laboratoire : Vitesse de réaction



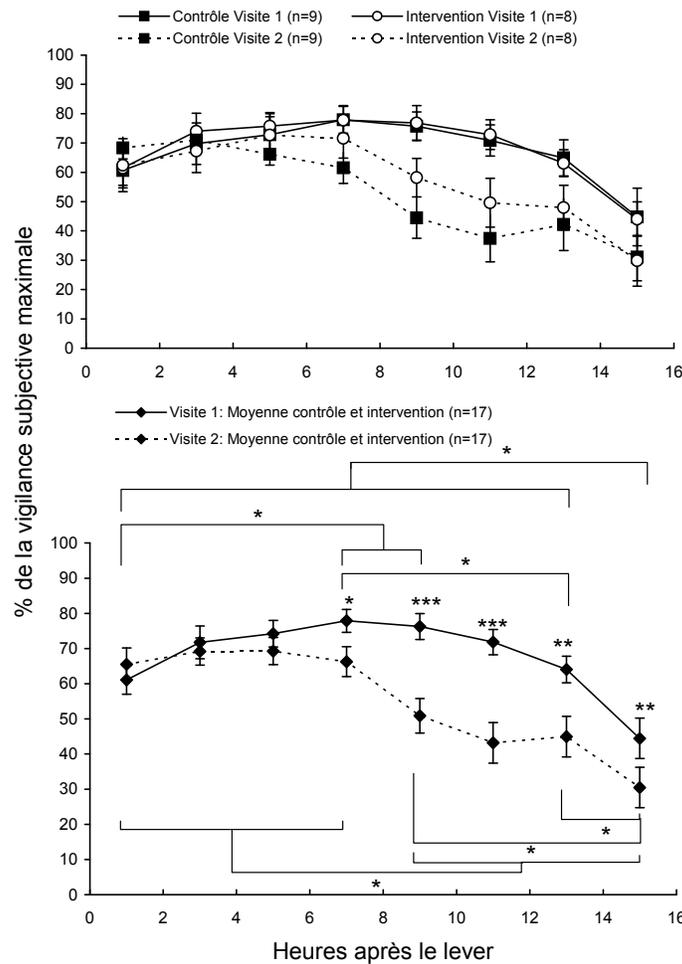
**Figure 4 :** Vitesse de réaction sur la TVP pour les 2 visites en laboratoire (visite 1 : lignes pleines, visite 2 : lignes pointillées) pour chacun des groupes (contrôle : carrés pleins, intervention : cercles vides) de policiers. Panneau supérieur : vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées, panneau central : vitesse médiane, panneau inférieur : vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus basses. Pour tous les panneaux, les données des 2 périodes d'éveil ont été moyennées par blocs de 4 heures suivant le lever en laboratoire et sont exprimées comme une moyenne  $\pm$  ES. Lors de la 2<sup>e</sup> visite, la performance des participants du groupe intervention apparaît supérieure au cours de la nuit à celle des participants du groupe contrôle. Aucun effet principal de groupe ou interaction entre les groupes et les visites n'a été décelé par les ANOVAs pour ces 3 paramètres. Les ANOVAs ont révélé un effet principal des visites pour ces 3 paramètres. Ainsi, les policiers étaient plus rapides sur la TVP lors de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire que lors de la 2<sup>e</sup> visite (non-illustré).

Figure 5 : Performance en laboratoire : Épisodes d'inattention



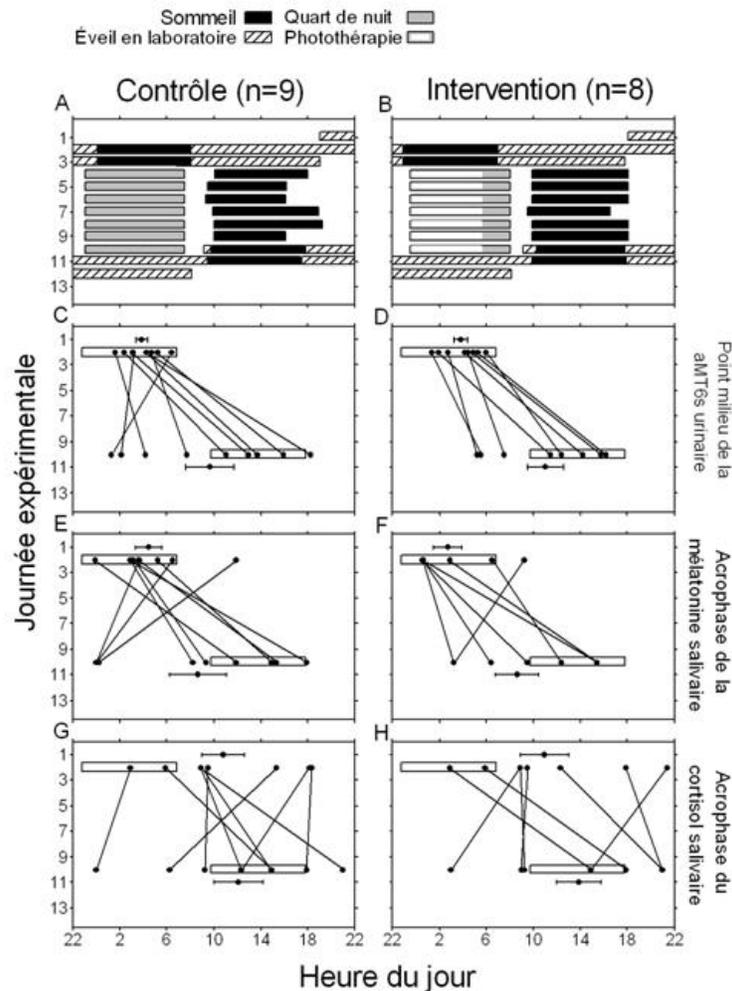
**Figure 5 :** Logarithme du nombre d'épisodes d'inattention sur la TVP lors des 2 visites en laboratoire (visite 1 : lignes pleines, visite 2 : lignes pointillées) pour les policiers. Un logarithme élevé correspond à un plus grand nombre d'épisode d'inattentions. Pour les deux panneaux, les données des 2 périodes d'éveil ont été moyennées par blocs de 4 heures suivant le lever en laboratoire. Le panneau supérieur illustre les données pour chaque groupe (contrôle (n=9) : carrés pleins, intervention (n=8) : cercles vides). Le panneau inférieur illustre les données moyennées pour les 2 groupes (n=17, losanges pleins). Lors de la 2<sup>e</sup> visite, les policiers présentaient plus d'épisodes d'inattention après 14 à 16 heures d'éveil qu'après 0 à 4 heures d'éveil. De plus, les policiers présentaient plus d'épisodes d'inattention lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire que lors de la 1<sup>ère</sup> visite après 8 à 16 heures d'éveil ( $p \leq 0,024$ ). La différence *intra*-visite est identifiée par une ligne au dessus des valeurs de la visite 2. Les différences *inter*-visites sont identifiées près des valeurs de la visite 2. Différences significatives : \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ . Les données sont exprimées par la moyenne  $\pm$  ES. TR : temps de réaction.

Figure 6 : Vigilance subjective en laboratoire



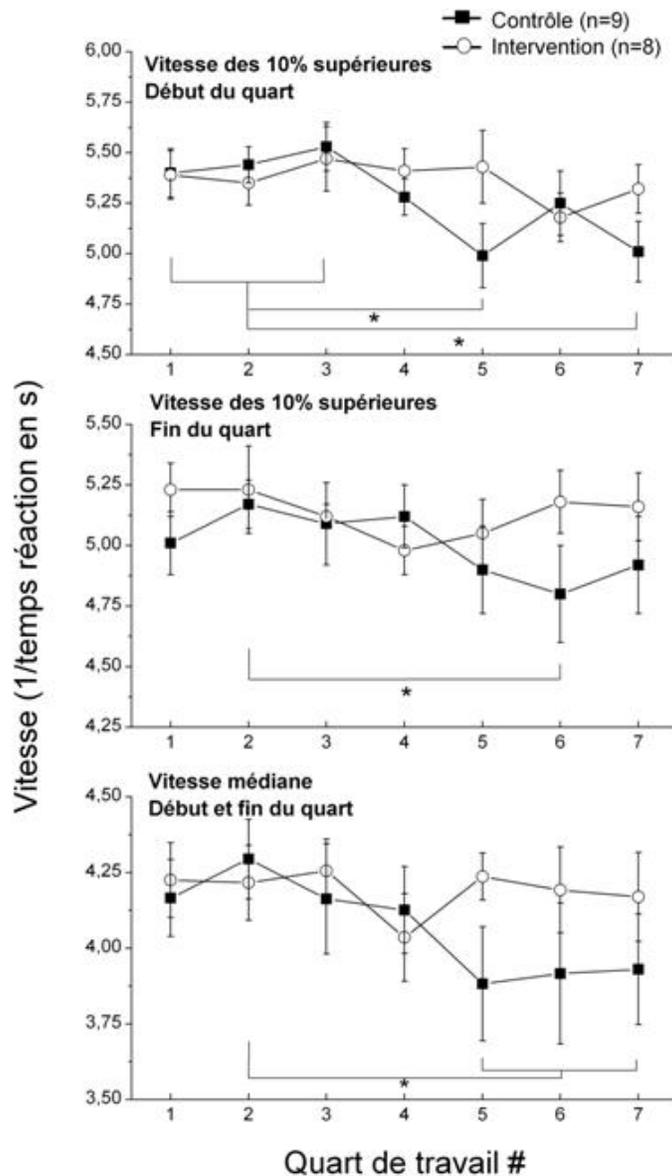
**Figure 6 :** Pourcentage de la vigilance subjective lors des 2 visites en laboratoire (visite 1 : lignes pleines, visite 2 : lignes pointillées) pour les policiers. Pour les deux panneaux, les données des 2 périodes d'éveil ont été moyennées par blocs de 2 heures suivant le lever en laboratoire. Le panneau supérieur illustre les données par visite pour chaque groupe (contrôle (n=9) : carrés pleins, intervention (n=8) : cercles vides). Les policiers du groupe intervention se rapportaient plus alertes au cours de la nuit lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire que les policiers du groupe contrôle. L'ANOVA n'a cependant révélé aucune différence significative entre les groupes et aucune interaction entre les groupes, les heures d'éveil et/ou les visites. Le panneau inférieur illustre les données moyennées de l'ensemble des 2 groupes (n=17, losanges pleins). Lors de la première visite, les policiers se rapportaient plus alertes avant 14 heures d'éveil qu'après. De plus, ils se rapportaient plus alertes au cours des 2 premières heures d'éveil qu'après 6 à 10 heures d'éveil et plus alertes après 6 à 8 heures d'éveil qu'après 12 à 14 heures d'éveil. Lors de la 2<sup>e</sup> visite, les policiers se rapportaient plus alertes avant 8 heures d'éveil qu'après. De même, ils se rapportaient plus alertes après 8 à 10 heures d'éveil qu'après 14 à 16 heures d'éveil et plus alertes après 12 à 14 heures d'éveil qu'après 14 à 16 heures d'éveil. Finalement, les policiers se rapportaient plus alertes après 8 heures d'éveil lors de la 1<sup>ère</sup> visite que lors de la 2<sup>e</sup> visite. Les différences *intra*-visite pour la visite 1 sont indiquées par des lignes au-dessus des valeurs de la visite 1, celles pour la visite 2 par des lignes au dessous des valeurs de la visite 2. Les différences *inter*-visites sont identifiées près des valeurs de la visite 1. \*p<0,05; \*\*p<0,01; \*\*\*p<0,001. Les données sont exprimées par la moyenne ± ES.

Figure 7 : Ajustement des marqueurs circadiens mesurés en laboratoire



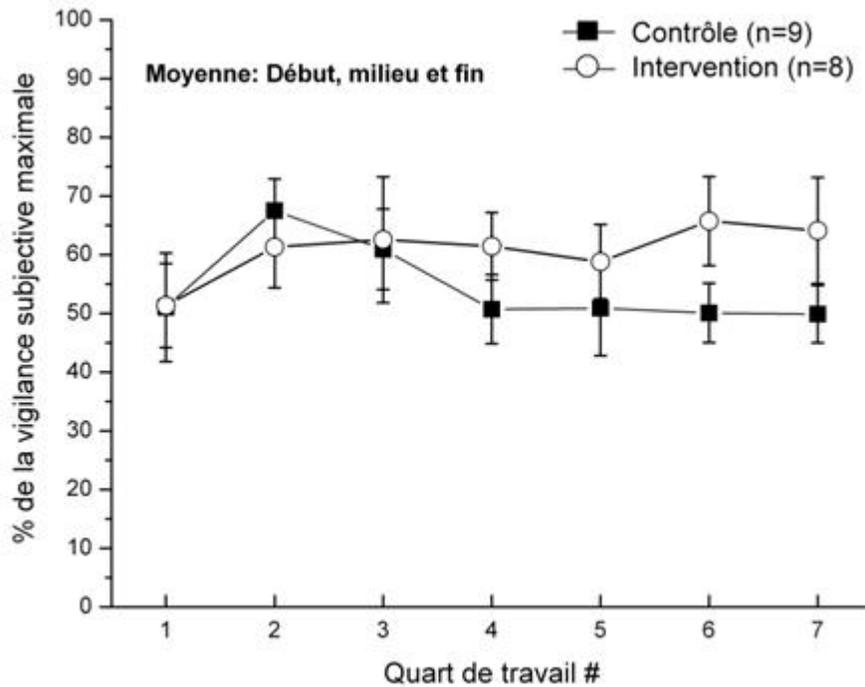
**Figure 7 :** À titre d'exemple, les panneaux A et B illustrent le protocole expérimental de la première visite à la deuxième visite en laboratoire pour le participant 5 (contrôle et intervention). Les panneaux en C et D illustrent l'heure des points milieux de la courbe de 6-sulfatoxy-mélatonine (aMT6s) urinaire calculée pour chacune des visites en laboratoire pour chacun des participants. Les panneaux E et F illustrent l'heure de l'acrophase de la courbe de mélatonine salivaire pour chacune des visites en laboratoire pour chacun des participants. Pour le groupe intervention, les données de 2 participants sont superposées puisque leurs acrophases étaient identiques. Les panneaux G et H illustrent l'heure de l'acrophase de la courbe du cortisol salivaire pour chacune des visites en laboratoire pour chacun des participants. Panneaux de gauche : groupe contrôle (n=9), panneaux de droite : groupe intervention (n=8). La moyenne pour chacun des groupes est illustrée  $\pm$  ES. Lorsque les données des 2 groupes étaient combinées, le point milieu de la courbe de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire et l'acrophase de la mélatonine salivaire se trouvaient à une heure significativement plus tardive lors de la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire que lors de la 1<sup>ère</sup> visite. La différence entre les visites pour l'acrophase du cortisol salivaire n'était pas significative. Bien que l'heure du point milieu de la courbe de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire et des acrophases de la mélatonine et du cortisol salivaires étaient plus tardives pour les policiers du groupe intervention lors de la 2<sup>e</sup> visite que ceux du groupe contrôle, ces différences n'étaient pas significatives.

Figure 8 : Performance psychomotrice en ambulatoire



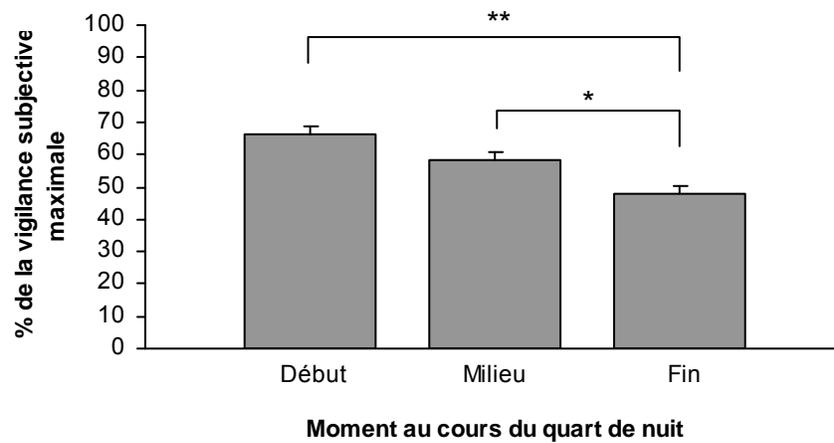
**Figure 8 :** Vitesse sur la TVP au cours des 7 quarts de nuit. Les cercles ouverts illustrent les données du groupe intervention (n=8) et les carrés fermés celles du groupe contrôle (n=9). Le panneau supérieur illustre la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées au cours des tests effectués au début des quarts de travail. Les policiers du groupe contrôle étaient plus lents au début des quarts de travail 5 et 7 qu’au début des 3 premiers quarts pour ce paramètre. Le panneau central illustre la vitesse moyenne des 10% des vitesses les plus élevées au cours des tests effectués à la fin des quarts de travail. Les policiers du groupe contrôle étaient plus lents à la fin du 6<sup>e</sup> quart de travail qu’à la fin du 2<sup>e</sup> quart pour ce paramètre. Le panneau inférieur illustre la vitesse médiane des tests effectués à chaque quart de travail (moyennes de début et fin de quart). Les policiers du groupe contrôle étaient plus lents lors des 3 derniers quarts de travail que lors du 2<sup>e</sup> quart pour ce paramètre. La performance psychomotrice des policiers du groupe intervention était stable au cours des 7 quarts de travail pour ces 3 paramètres. Les différences significatives s'appliquent au groupe contrôle \*p<0,05; \*\*p<0,01. Les données sont exprimées par la moyenne ± ES. Neuf données manquantes ont été estimées afin de pouvoir inclure tous les policiers dans les analyses statistiques.

Figure 9 : Vigilance subjective moyenne lors de chaque quart de nuit



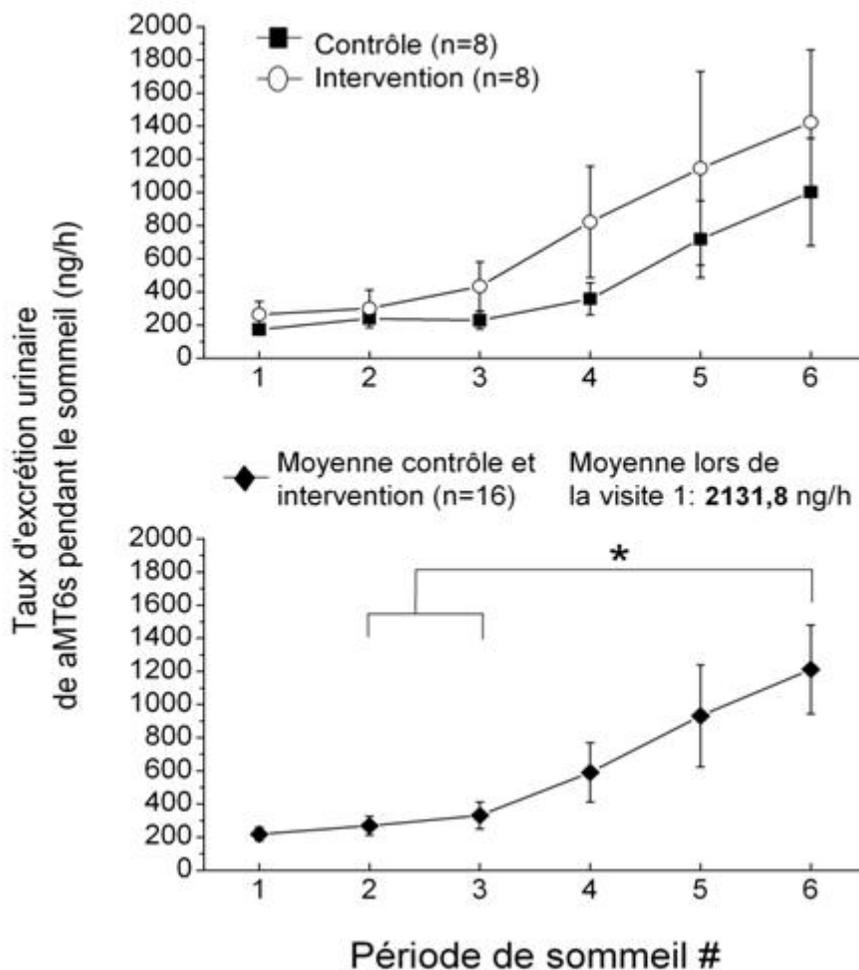
**Figure 9 :** Pourcentage de la vigilance subjective maximale pour le groupe contrôle (n=9, carrés fermés) et le groupe intervention (n=8, cercles ouverts). Les données récoltées au début, au milieu et à la fin de chacun des quarts de travail ont été moyennées par quart, par sujet puis par groupe et sont exprimées  $\pm$  ES. Les policiers du groupe intervention se rapportaient plus alertes lors des 4 derniers quarts de travail de nuit que les policiers du groupe contrôle. Ces différences n'ont cependant pas atteint un niveau significatif. Six données manquantes ont été estimées afin de pouvoir inclure tous les participants dans les analyses statistiques.

Figure 10 : Vigilance subjective moyenne au début, au milieu et à la fin des 7 quarts de nuit



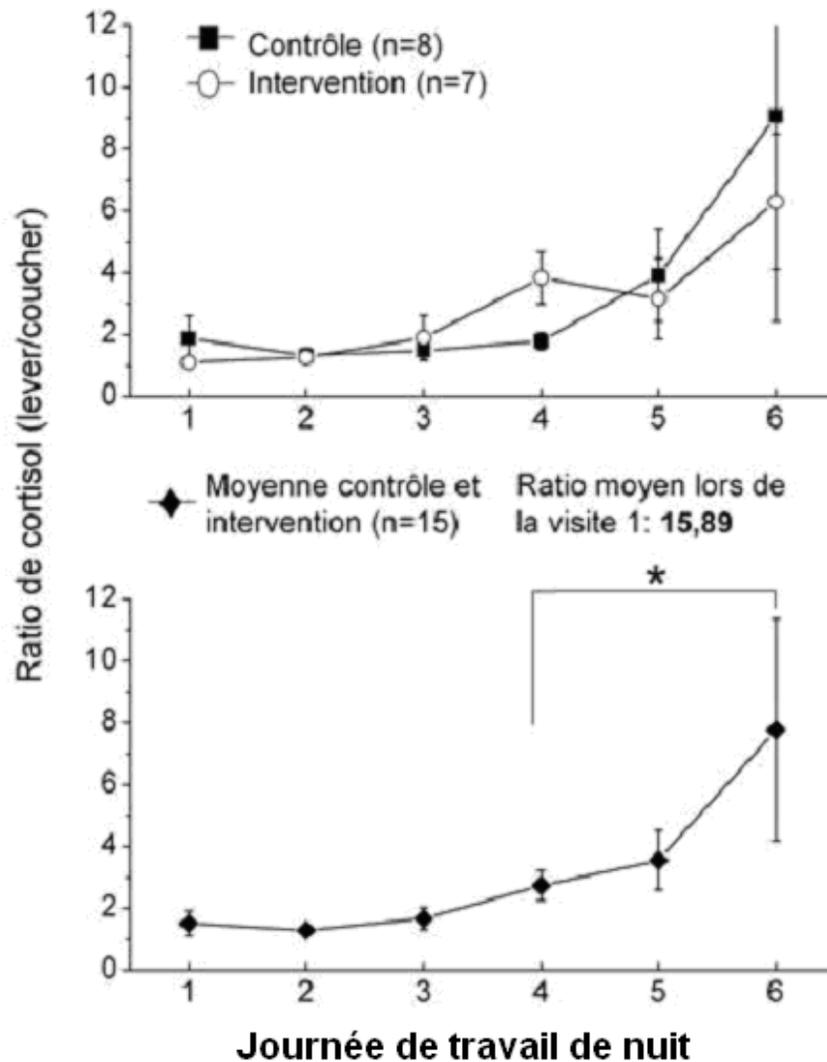
**Figure 10** : Pourcentage de la vigilance subjective maximale au début, au milieu et à la fin des quarts de travail de nuit. Moyenne des 2 groupes (n=17) et des 7 quarts de nuit  $\pm$  ES. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ . Les policiers se sentaient plus alertes au début et au milieu qu'à la fin de leurs quarts de travail de nuit. Six données manquantes ont été estimées afin de pouvoir inclure tous les participants dans les analyses statistiques.

Figure 11 : Taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine lors des périodes de sommeil diurnes en ambulatoire



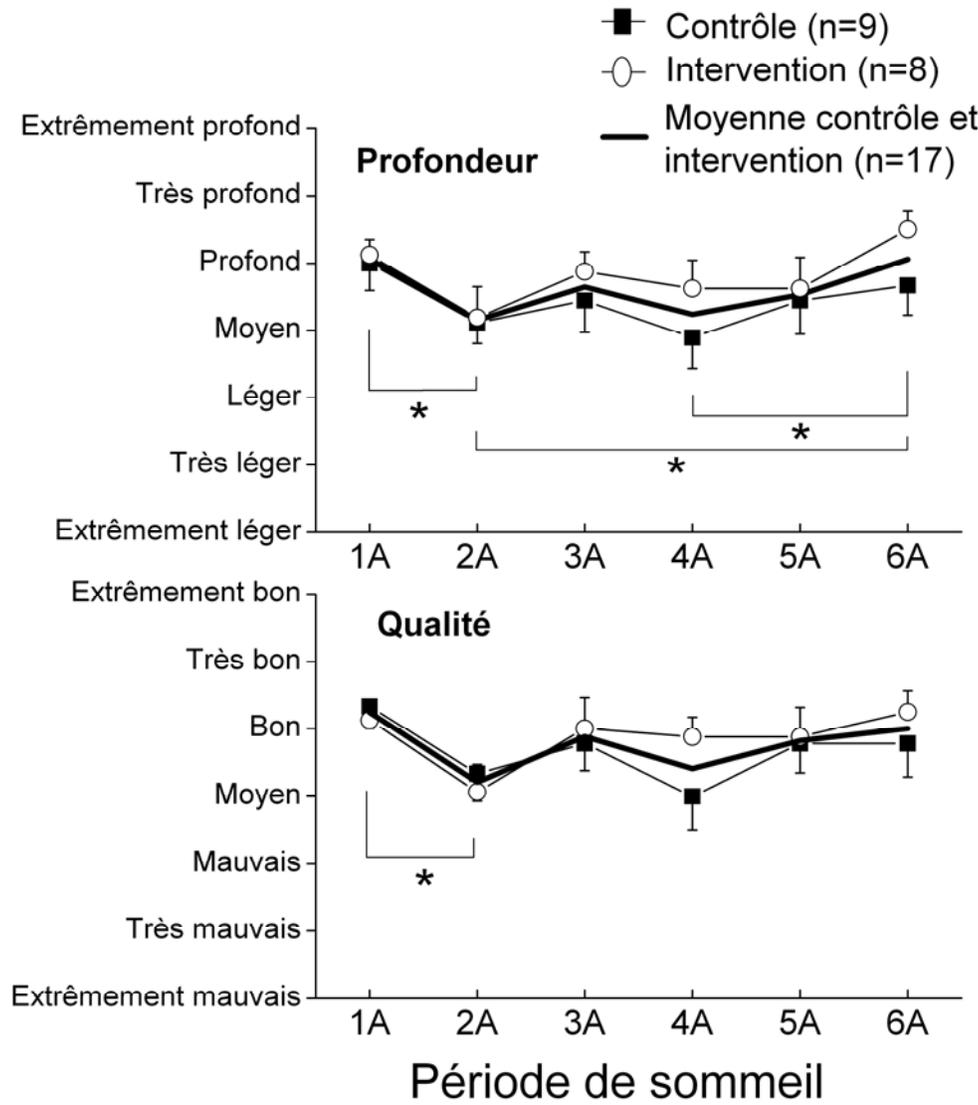
**Figure 11 :** Taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine lors des 6 périodes de sommeil diurnes de la 1<sup>ère</sup> période ambulatoire. Le panneau supérieur illustre les données du groupe contrôle (n=8, carrés pleins) et du groupe intervention (n=8, cercles vides). Le taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine était plus élevé chez les policiers du groupe intervention que chez les policiers du groupe contrôle, particulièrement à partir de la 4<sup>e</sup> période de sommeil diurne. Ces différences n'ont cependant pas atteint un niveau significatif. Le panneau inférieur illustre les données moyennées de l'ensemble des 2 groupes (n=16, losanges pleins). Le taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine était significativement plus élevé lors de la 6<sup>e</sup> période de sommeil diurne que lors de la 2<sup>e</sup> et de la 3<sup>e</sup> période de sommeil. \*p<0,05. Un participant du groupe contrôle a été exclu des analyses puisqu'il n'avait pas respecté les consignes de prélèvement des échantillons (sujet 3c). Les données sont exprimées par la moyenne ± ES. aMT6s= 6-sulfatoxy-mélatonine.

Figure 12 : Ratio de sécrétion de cortisol salivaire suivant les périodes de sommeil diurnes en ambulatoire



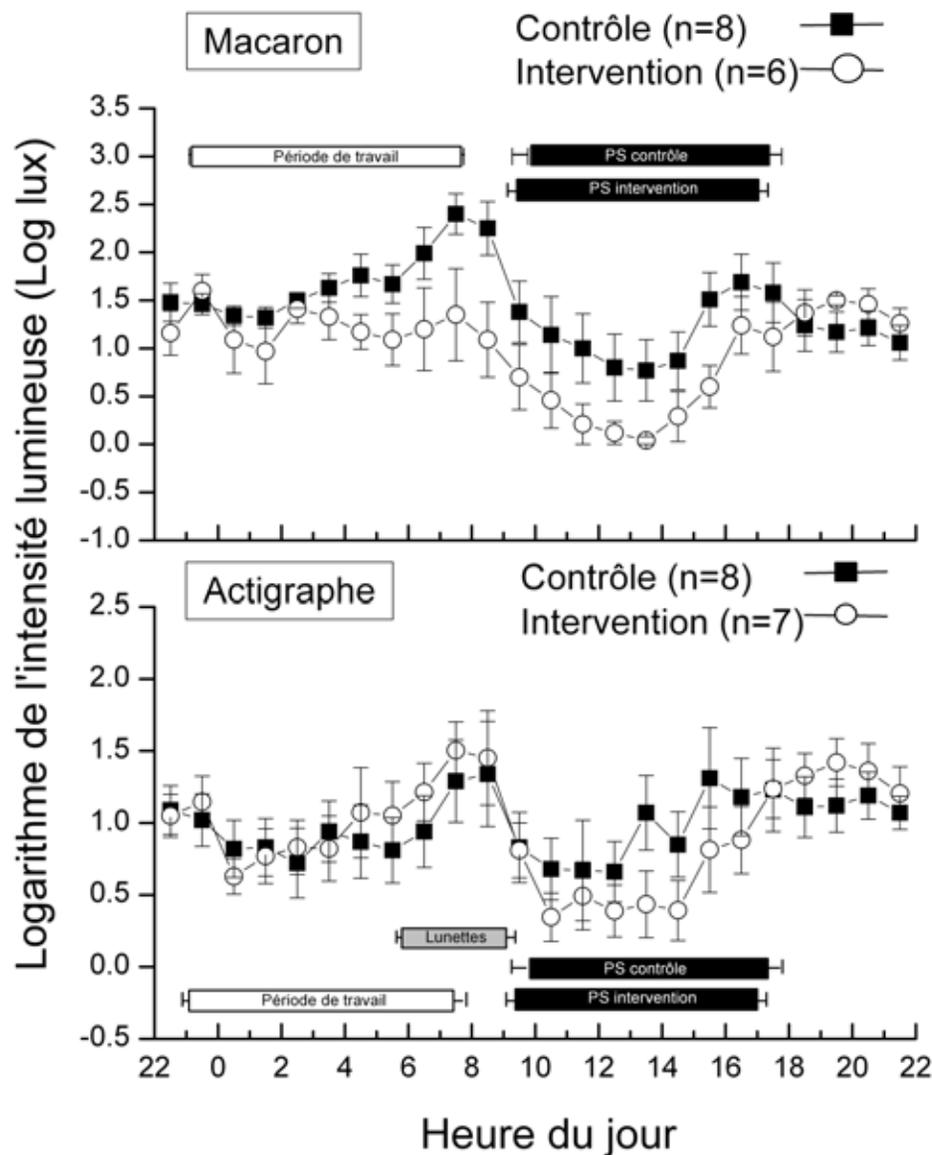
**Figure 12 :** Ratio de cortisol  $\left( \frac{\text{cortisol au lever}}{\text{cortisol au coucher}} \right)$  lors des journées de travail de nuit suivant les 6 premières périodes de sommeil diurnes au cours de la 1<sup>ère</sup> période ambulatoire. Le panneau supérieur illustre les données du groupe contrôle (n=8, carrés pleins) et du groupe intervention (n=7, cercles vides). Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes. Le panneau inférieur illustre les données moyennées de l'ensemble des 2 groupes (n=15, losanges pleins). Le ratio de sécrétion du cortisol salivaire des policiers était significativement plus élevé lors de la 6<sup>e</sup> journée que lors de la 4<sup>e</sup> journée de travail. \*p<0,05 Un participant de chaque groupe a été exclu des analyses dû à un trop grand nombre de données manquantes (sujet 3c et 16t). Les données sont exprimées par la moyenne ± ES.

Figure 13 : Profondeur et qualité subjectives des périodes de sommeil diurnes en ambulatoire



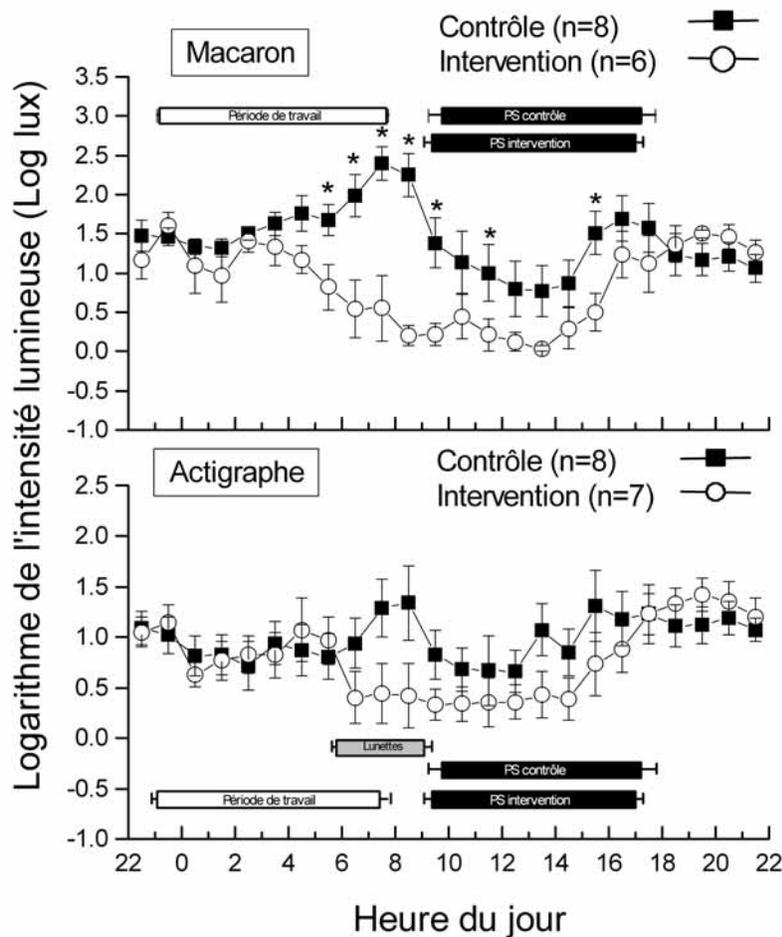
**Figure 13** : Profondeur (panneau supérieur) et qualité (panneau inférieur) subjectives du sommeil lors des 6 périodes de sommeil diurnes en ambulatoire. Sur chacun des panneaux, les données du groupe contrôle (n=9, carrés pleins), du groupe intervention (n=8, cercles vides) et la moyenne des deux groupes (n=17, losange pleins) sont illustrées. Les policiers évaluaient leur sommeil comme étant plus profond lors de la 1<sup>ère</sup> et de la 6<sup>e</sup> période de sommeil que lors de la 2<sup>e</sup> et plus profond lors de la 6<sup>e</sup> période de sommeil que lors de la 4<sup>e</sup>. Les policiers évaluaient aussi leur sommeil comme étant de meilleure qualité lors de la 1<sup>ère</sup> période de sommeil que lors de la 2<sup>e</sup>. Les différences significatives indiquées s’appliquent aux données moyennées des 2 groupes. \*p<0,05. Aucune interaction entre les groupes et les périodes de sommeil et aucune différence significative entre les groupes n’ont été observées. Les données sont exprimées par la moyenne ± l’ES. Cependant, afin de simplifier la lecture du graphique, les barres d’erreurs ne sont pas toutes représentées.

Figure 14 : Patron d'exposition à la lumière sans correction pour le port de lunettes orangées



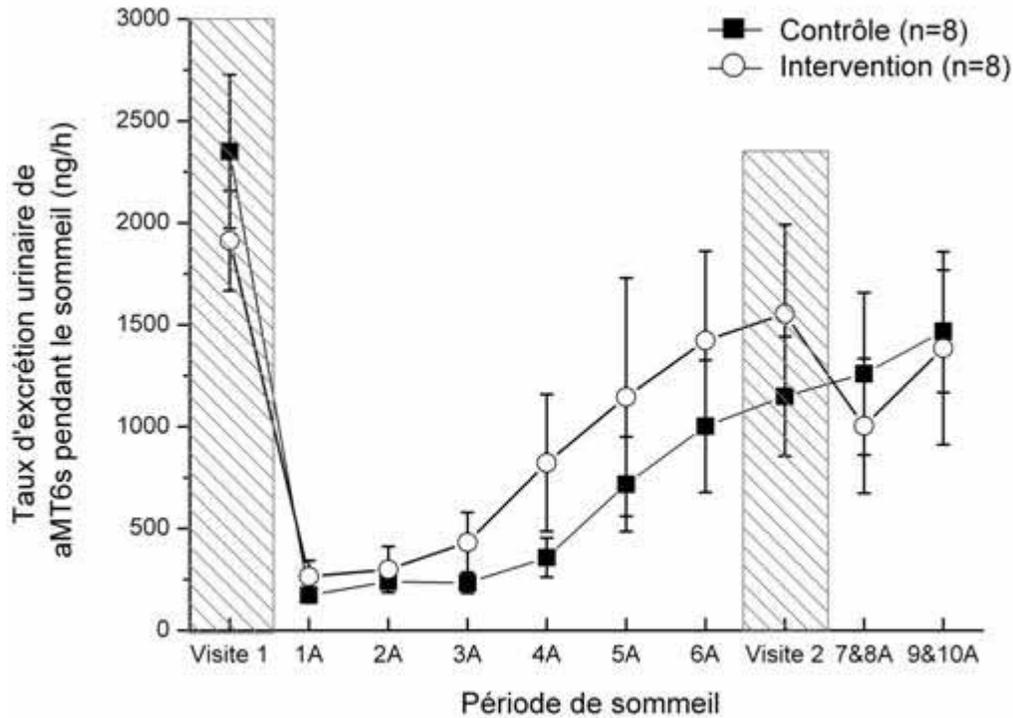
**Figure 14 :** Logarithme de l'intensité lumineuse mesurée en lux lors de la première période ambulatoire. Un logarithme plus élevé correspond à une intensité lumineuse plus élevée. Les données récoltées du jour 3 (22h00) au jour 9 (21h59) ont préalablement été moyennées par bloc d'une heure par sujet puis par groupe. Les deux panneaux illustrent l'intensité lumineuse moyenne horaire pour chacun des groupes (contrôle : carrés pleins, intervention : cercles vides). Le panneau supérieur illustre les données de luminosité recueillies par le macaron (3 sujets exclus : 1c, 1t et 4t) tandis que le panneau inférieur illustre celles recueillies par le détecteur de luminosité actigraphique porté au poignet (2 sujets exclus : 8c et 16t). Les heures moyennes de sommeil et de travail sont illustrées pour chacun des groupes et les heures moyennes de port des lunettes orangées le matin sont illustrées pour le groupe intervention. Les données sont exprimées par la moyenne  $\pm$  ES.

Figure 15 : Patron d'exposition à la lumière avec correction pour le port de lunettes orangées



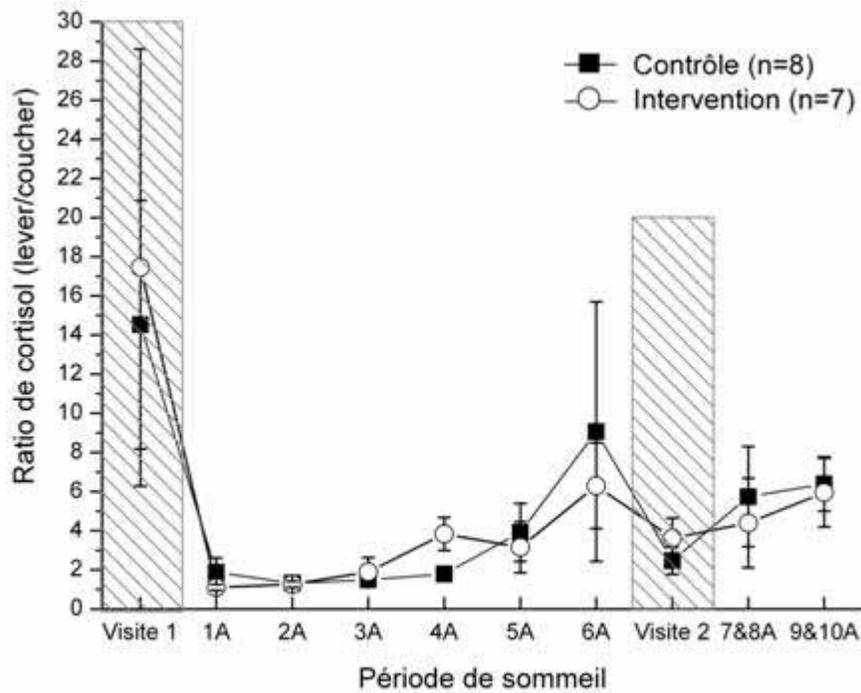
**Figure 15** : Logarithme de l'intensité lumineuse mesurée en lux lors de la première période ambulatoire et corrigée pour le port des lunettes orangées. Un logarithme plus élevé correspond à une intensité lumineuse plus élevée. Les données récoltées du jour 3 (22h00) au jour 9 (21h59) ont préalablement été moyennées par bloc d'une heure par sujet puis par groupe. Les deux panneaux illustrent l'intensité lumineuse moyenne horaire pour chacun des groupes (contrôle : carrés pleins, intervention : cercles vides). Le panneau supérieur illustre les données de luminosité recueillies par le macaron (3 sujets exclus : 1c, 1t et 4t). Les analyses ont révélé des différences significatives des niveaux de luminosité entre les groupes à certains moments de la journée. Ces différences sont illustrées par \* au-dessus des données du groupe contrôle. \* $p < 0,05$ . Le panneau inférieur illustre les données recueillies par le détecteur de luminosité de l'actigraphe porté au poignet (2 sujets exclus : 8c et 16t). Les heures moyennes de sommeil et de travail sont illustrées pour chacun des groupes et les heures moyennes de port des lunettes orangées le matin sont illustrées pour le groupe intervention. Les données sont exprimées par la moyenne  $\pm$  ES.

Figure 16 : Évolution du taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire à la 2<sup>e</sup> période ambulatoire



**Figure 16** : Taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine pendant les périodes de sommeil de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire à la 2<sup>e</sup> période ambulatoire. Pour la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire, les taux d'excrétion lors des périodes de sommeil 1&2L et 3&4L ont été respectivement moyennés d'abord par sujet puis par groupe. Pour la 2<sup>e</sup> période ambulatoire, les données des périodes de sommeil 7&8A et 9&10A ont été moyennés d'abord par sujet puis par groupe. Aucune interaction ou différence significative n'a été décelée entre les groupes et/ou les périodes de sommeil pour les données récoltées lors de la 2<sup>e</sup> période ambulatoire. Un participant du groupe contrôle a été exclu des analyses puisqu'il n'avait pas respecté les consignes de prélèvement des échantillons (sujet 3c). Groupe contrôle : cercles vides, groupe intervention : carrés pleins. Les données sont exprimées par la moyenne  $\pm$  ES. aMT6s=6-sulfatoxy-mélatonine.

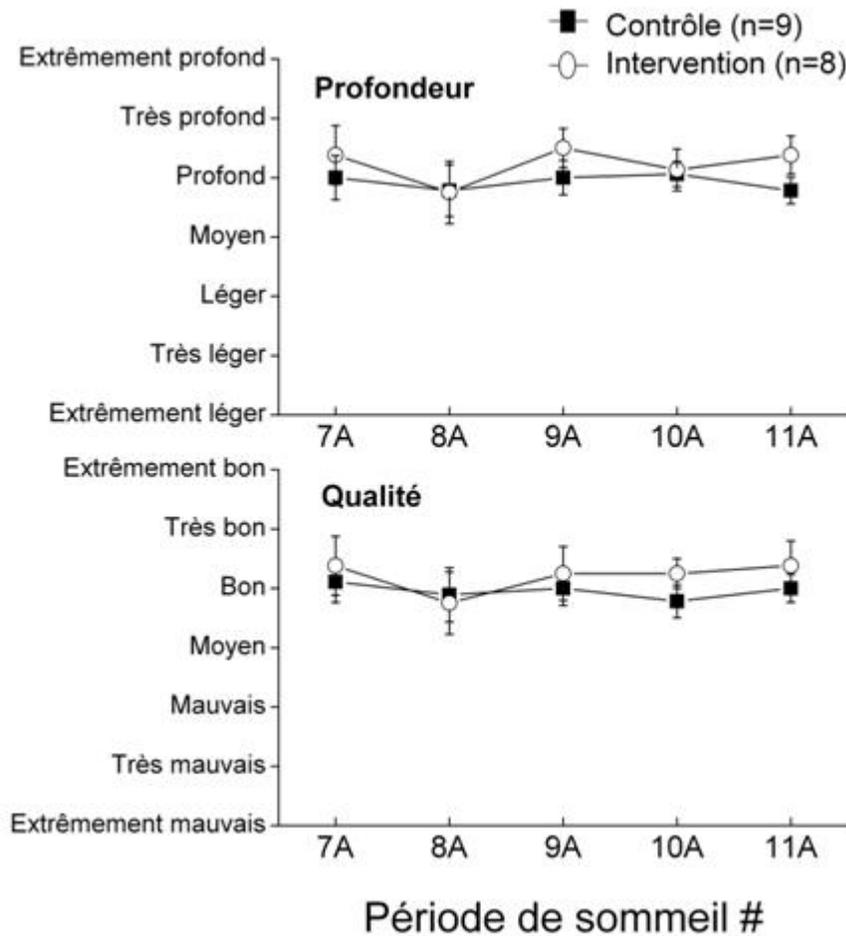
Figure 17 : Évolution du ratio de sécrétion de cortisol salivaire de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire à la 2<sup>e</sup> période ambulatoire



**Figure 17** : Ratio de cortisol  $\left( \frac{\text{Cortisol au lever}}{\text{Cortisol au coucher}} \right)$  de la 1<sup>ère</sup> visite en laboratoire à la 2<sup>e</sup> période ambulatoire.

Pour la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>e</sup> visite en laboratoire, les ratios moyens suivant les périodes de sommeil 1L (2L pour le participant 1c) et 3L sont respectivement illustrés. Pour la 2<sup>e</sup> période ambulatoire, les données des périodes de sommeil 7&8A et 9&10A ont été moyennées par sujet puis par groupe. Un participant de chaque groupe a été exclu des analyses dû à un trop grand nombre de données manquantes (sujet 3c et 16i). Groupe contrôle : cercles vides, groupe intervention : carrés pleins. Les données sont exprimées par la moyenne  $\pm$  ES.

Figure 18 : Profondeur et qualité subjectives des périodes de sommeil nocturnes en ambulatoire



**Figure 18** : Profondeur (panneau supérieur) et qualité (panneau inférieur) subjectives du sommeil lors des 5 périodes de sommeil nocturnes en ambulatoire. Sur chacun des panneaux, les données du groupe contrôle (n=9, carrés pleins) et du groupe intervention (n=8, cercles vides) sont illustrées. Aucune interaction entre les groupes et les périodes de sommeil et aucune différence significative entre les groupes ou les périodes de sommeil n'ont été observées. Les données sont exprimées par la moyenne  $\pm$  l'ES.



## **ANNEXE C : DÉTAILS SUR LES EXCLUSIONS**

### **1 Exclusions**

#### **1.1 Laboratoire : Visites 1 et 2**

##### 1.1.1 Sommeil

Dû à des données manquantes, 4 participants ont été exclus de ces analyses (participants 1c, 2i, 4i et 10c).

#### **1.2 Première période ambulatoire**

##### 1.2.1 Adaptation circadienne

Le participant 3c a été exclu des analyses de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire puisqu'il n'avait pas suivi les consignes de prélèvement. Les participants 3c et 16t ont été exclus des analyses de cortisol dû à un trop grand nombre de données manquantes.

##### 1.2.2 Actigraphie

Les participants 8c et 16i ont été exclus de ces analyses pour cause de données manquantes et/ou de problèmes techniques.

##### 1.2.3 Patron d'exposition à la lumière

Les participants 8c et 16i ont été exclus des analyses de luminosité basées sur les données du détecteur de luminosité actigraphique pour cause de données manquantes et/ou de problèmes techniques. Trois participants (1c, 1t et 4t) ont été exclus des analyses de luminosité basées sur les données du macaron dû à la perte de 2 macarons et à des problèmes techniques.

#### **1.3 Deuxième période ambulatoire**

##### 1.3.1 Adaptation circadienne

La période de sommeil 11A n'a pas été incluse dans les analyses de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire puisque près de la moitié des participants (7) n'avaient pas prélevé d'échantillon au lever. Comme lors de la 1<sup>ère</sup> période ambulatoire, le participant 3c a été exclu des analyses de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire. La période de sommeil 11A n'a pas été incluse dans les analyses de cortisol puisque le tiers des participants inclus dans les analyses (5) n'avait pas prélevé au moins un échantillon au coucher et au lever. Comme lors de la 1<sup>ère</sup> période ambulatoire, les participants 3c et 16i ont été exclus des analyses de cortisol.

##### 1.3.2 Actigraphie

Les participants 5c, 8c, 9c, 13i et 16i ont été exclus des analyses pour cause de données manquantes et/ou de problèmes techniques.



## ANNEXE D : DÉTAILS SUR LES PARAMÈTRES DU SOMMEIL ET DE LA PERFORMANCE PSYCHOMOTRICE

### 1. Paramètres du sommeil

#### 1.1 Enregistrement polysomnographique

Le TTL est le temps entre la fermeture et l'ouverture des lumières. La LE est le temps entre la fermeture des lumières et le moment de l'endormissement. Le moment de l'endormissement était déterminé après 1 min consécutive de stade 1 ou la 1<sup>ère</sup> époque d'un autre stade de sommeil. La LSP est le temps entre le moment de l'endormissement et la 1<sup>ère</sup> époque de sommeil paradoxal. Un réveil était un minimum d'une min d'éveil et le réveil final était déterminé lorsqu'il n'y avait pas de retour à d'autres stades de sommeil après un minimum d'une min d'éveil. Le TTS est le nombre de minutes passées dans les stades de sommeil 1 à 4 et SP, de l'endormissement au réveil final. L'ES est le  $(TTS \times 100) / TTL$ . Le TEAE inclut le temps d'éveil après endormissement au cours de l'épisode de sommeil et le temps d'éveil entre l'éveil final et l'ouverture des lumières.

#### 1.2 Actigraphie

La LE est le temps entre l'heure de coucher et l'endormissement. L'endormissement était défini comme 10 époques consécutives d'une minute chacune de sommeil suivant le coucher [152]. Le TTS est le nombre de minutes de sommeil suivant l'endormissement jusqu'au réveil final. Le nombre de réveils était calculé suivant l'endormissement et précédant le réveil final. Chaque éveil d'un minimum d'une époque était considéré comme un réveil. L'ES était calculée comme suit :  $ES(\%) = \frac{TTS * 100}{TTL}$ . Le TEAE était le nombre de minutes d'éveil suivant l'endormissement et précédant l'ouverture des lumières.

**PrS** =  $1,687 + 0,003s - 0,034moyenne - 0,419nat + 0,007ds - 0,124 \ln(s + 0,1)$   
1 époque = 1min  
Seuil = 10  
**PrS** : probabilité de sommeil, PrS ≥ 0 sommeil, PrS < 0 éveil  
**s** : valeur d'activité de l'époque analysée  
**moyenne** : moyenne d'activité dans une fenêtre de 7 époques autour de l'époque analysée (3 avant, époque analysée, 3 après)  
**nat** : nombre de compte d'activité au dessus d'un seuil donné dans une fenêtre de 11 époques autour de l'époque analysée (5 avant, époque analysée, 5 après)  
**ds** : déviation standard de l'activité dans une fenêtre de 8 époques autour de l'époque analysée (4 avant, époque analysée, 3 après)  
**ln** : logarithme naturel

**Encadré 1** : Régression logistique pour l'analyse actigraphique du sommeil [150].

## 2. TVP

- 1) Le temps de réaction (TR) moyen des 10% des temps les plus élevés: moyenne des TRs pour 10% des temps les plus rapides parmi tous les TRs calculés pendant le test.
- 2) Le TR médian : la médiane de tous les TRs calculés pendant le test.
- 3) Le temps de réaction (TR) moyen des 10% des temps les plus bas: moyenne des TRs pour 10% des temps les plus lents parmi tous les TRs calculés pendant le test.
- 4) Les TR (convertis en secs) ont été transformés par une fonction réciproque  $\left(\frac{1}{TR(\text{sec})}\right)$  afin de calculer la vitesse de réaction.
- 5) Le nombre d'épisodes d'inattention : nombre de fois où le TR était >500 ms.

## ANNEXE E : DÉTAILS SUR LES CALCULS

### 1. Estimations

#### 1.1 Valeurs manquantes de la TVP et de la vigilance subjective en ambulatoire

Les valeurs manquantes ont été estimées en effectuant la moyenne du test du quart précédant et du quart suivant pour le même moment (début, milieu (vigilance) ou fin). Une valeur manquante au premier quart était remplacée par la valeur au même moment lors du 2<sup>e</sup> quart et une valeur manquante au dernier quart était remplacée par la valeur au même moment lors du 6<sup>e</sup> quart.

#### 1.2 Formule d'estimation de la valeur manquante de vigilance subjective en laboratoire

$$\text{Valeur estimée} = \frac{rU + \beta(AB_{ij}) - A_i}{(r-1)(\beta-1)}$$

r=nombre de participants dans le groupe avec la valeur manquante

U=totale pour le participant avec la donnée manquante

β=nombre de niveaux de la mesure répétée

AB<sub>ij</sub>=total de tous les participants au niveau de la donnée manquante

A<sub>i</sub>=total de tous les participants à tous les niveaux

**Encadré 1** : Formule de régression pour la donnée manquante de vigilance subjective en laboratoire [145].

### 2. 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire

#### 2.1 Calcul du taux horaire d'excrétion de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire

Pour chaque période de sommeil, l'excrétion totale de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire en ng a été calculée de la façon suivante :

$$\text{Quantité de aMT6s excrétée} = \text{Concentration au lever (ng/ml)} \times \text{Volume de l'échantillon (ml)} \\ \text{pendant le sommeil (ng)}$$

Si un échantillon avait été prélevé pendant le sommeil, la quantité excrétée pour cet échantillon était calculée et ajoutée à la quantité de l'échantillon du lever. L'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine était ensuite exprimée sous forme de taux horaire d'excrétion (ng/heure) pour chacune des périodes de sommeil de la façon suivante :

$$\text{Taux d'excrétion (ng/heure)} = \frac{\text{Quantité totale (ng)}}{\text{Temps écoulé entre l'échantillon du coucher et du lever (heure)}}$$

#### 2.2 Calcul du point milieu de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire

Lorsque les quantités étaient non détectables, la valeur de 0 ng/ml était utilisée. Afin de calculer le point milieu :

1) La quantité totale de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire excrétée en 24 heures était d'abord calculée pour chaque participant et pour chacune des visites :

$$\text{Quantité totale aMT6s (ng)} = \sum_{n=1}^N (\text{concentration (ng / ml)} \times \text{volume (ml)})$$

De manière générale, le 1<sup>er</sup> échantillon était celui prélevé au lever suivant la 1<sup>ère</sup> période de sommeil (PS 1L pour la visite 1 et PS 3L pour la visite 2) et le dernier échantillon était celui prélevé 24 heures après le 1<sup>er</sup>. Vu les contraintes imposées par le protocole, le dernier échantillon a été prélevé un peu plus de 24 heures suivant le 1<sup>er</sup> échantillon. Ainsi, pour le dernier échantillon, nous avons ajusté la quantité en ng selon le nombre d'heures nécessaire pour atteindre 24 heures.

2) Le taux d'excrétion moyen pour 24 heures était ensuite calculé pour chaque participant et pour chacune des visites :

$$\text{Taux d'excrétion moyen (ng / heure) pour 24 heures} = \frac{\text{Quantité totale (ng) pour 24 heures}}{24 \text{ heures}}$$

3) La concentration de chaque échantillon prélevé a été transformée en taux d'excrétion horaire :

$$\text{Taux d'excrétion (ng / heure)} = \frac{\text{Concentration (ng / ml)} \times \text{Volume (ml)}}{\text{Intervalle inter - échantillons (heure)}}$$

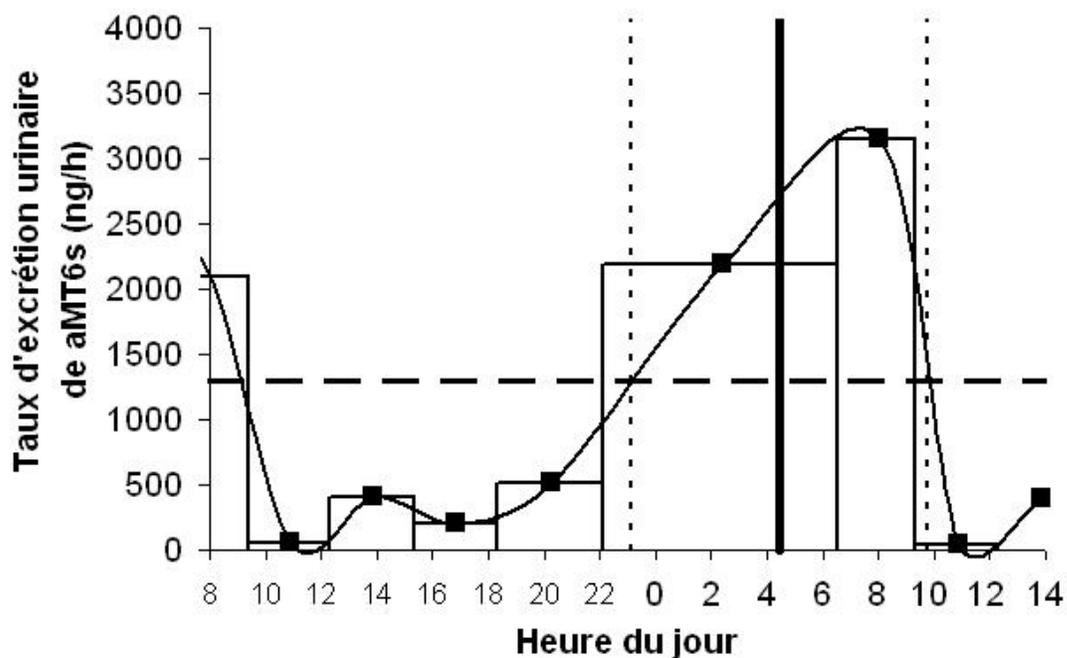
L'heure associée à chaque taux d'excrétion a été centrée entre l'heure de prélèvement de l'échantillon d'intérêt et l'heure de prélèvement de l'échantillon précédent. Huit points manquants (un échantillon égaré et 7 pour lesquels le volume n'avait pas été noté) ont été estimés en effectuant la moyenne du taux d'excrétion de l'échantillon précédant et de l'échantillon suivant.

4) Une courbe d'excrétion de la 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire a été dessinée sur la base de ces prélèvements pour chaque participant et pour chacune des visites.

5) L'heure de montée (moment auquel le taux d'excrétion passe au-dessus de la moyenne de 24 heures) et l'heure de descente (moment auquel le taux d'excrétion passe au-dessous de la moyenne de 24 heures) ont été déterminées par interpolation linéaire.

6) Finalement, l'heure du point milieu d'excrétion fut calculée à mi-chemin entre l'heure de montée et de descente (un exemple est illustré à la Figure 19).

## Représentation graphique du point milieu de la courbe de 6-sulfatoxy-mélatonine urinaire



**Figure 19** : Représentation graphique du point milieu entre la montée et la descente du taux d'excrétion urinaire de 6-sulfatoxy-mélatonine. Données du participant 4t, Visite 1.



## **ANNEXE F : COMMENTAIRES DES POLICIERS**

### **1. Commentaires, groupe traitement**

#### **Qu'est-ce qui a facilité chez vous l'utilisation de la lampe?**

- Facilité d'utilisation dans la voiture surtout dans les temps libres (4/7)
- Se sentait plus énergique (1/7)

#### **Qu'est-ce qui a limité chez vous l'utilisation de la lampe?**

- Difficile à utiliser hors de la voiture (2/7) mais pas de troubles si pas d'appel (1/7)
- Lampe prenait beaucoup de place (1/7)
- Difficile à positionner (1/7)
- Aucun commentaire (1/7)
- Incapable de travailler dans le 2-3 min suivant l'utilisation à cause d'une vision réduite (1/7)

#### **Quels avantages avez-vous ressentis à utiliser cette lampe de photothérapie?**

- Meilleure vigilance la nuit (5/7)
- Pas de problème avec le travail de nuit donc pas de différence (1/7)
- Pas de différence (1/7)

#### **Avez-vous ressenti des désagréments à utiliser cette lampe et si oui lesquels?**

- Non : Aucun désagrément (5/7)
- Oui : Problèmes d'éblouissement (2/7)
- Pas de différence (1/7)

#### **Trouvez-vous que la lampe augmentait vos risques de travail comme policier en auto-patrouille? Pourquoi?**

- Oui : conduite impossible pendant l'utilisation (2/7), éblouissement (2/7)
- Non : se sentait mieux (1/7), aucune raison fournie (1/7), non mais demande ajustement à luminosité plus forte (1/7)

#### **Trouvez-vous que la lampe diminuait vos risques de travail comme policier en auto-patrouille? Pourquoi?**

- Oui : plus éveillé (3/7), aucune raison fournie (1/7)
- Non : aucune raison fournie (3/7)

#### **Auriez-vous des recommandations à émettre concernant la lampe de photothérapie (améliorations techniques? Conseils d'utilisation?)**

- Support pour meilleur positionnement et/ou permettant exposition lors de conduite (2/7)
- Revoir la taille de la lampe (1/7)
- Recommande la lampe (2/7)
- Ne recommande pas la lampe (1/7)
- Aucun commentaire (1/7)

#### **Seriez-vous intéressé à utiliser une lampe améliorée pour une plus longue période de temps?**

- Oui : 5/7
- Non : 2/7

**Qu'est-ce qui a facilité chez vous le port des lunettes?**

- La teinte favorise une bonne vision (1/7)
- Faciles d'utilisation et confortables (4/7)
- Aucun commentaire ou souvenir (2/7)

**Qu'est-ce qui a limité chez vous le port des lunettes?**

- Rien (4/7)
- Lunettes trop grandes, peur de les perdre (2/7)
- Aucun commentaire ou souvenir (1/7)

**Quels avantages avez-vous ressentis à porter ces lunettes orangées?**

- Lumière du soleil moins agressive (1/7)
- Facilité à s'endormir à la maison (3/7)
- N'en voyait pas l'utilité (2/7)
- Ne s'en souviens pas (1/7)

**Avez-vous ressenti des désagréments à porter ces lunettes et si oui, lesquels?**

- Aucun désagrément (6/7)
- Vision réduite, mais bien pour la conduite (1/7)

**Trouvez-vous que le port des lunettes augmentait vos risques de travail comme autopatrouilleur? Pourquoi?**

- Oui : augmente la fatigue (1/7), vision réduite (1/7)
- Non (4/7)
- Ne sait pas : portées uniquement après le travail (1/7)

**Trouvez-vous que le port des lunettes diminuait vos risques de travail comme autopatrouilleur? Pourquoi?**

- Oui : lever du soleil moins agressant (1/7)
- Non : aucune raison (5/7), la lumière l'aidait (1/7)

**Trouvez-vous que le port des lunettes changeait vos risques de conduite lors du retour à domicile et si oui, comment?**

- Oui : lever du soleil moins agressant (1/7)
- Non : aucune raison (4/7), nie les risques de conduite (1/7)

**Auriez-vous des recommandations à émettre concernant les lunettes (améliorations techniques? Conseils d'utilisation?)**

- Aucune; lunettes appréciées (5/7)
- Ajustement/différentes grandeurs (2/7)

**Trouvez-vous que le port des lunettes changeait vos risques de conduite lors du retour à domicile et si oui comment?**

- Oui : 6/7
- Non : 1/7