



FRMS

Systèmes de gestion des risques de fatigue

Manuel des régulateurs

Édition de 2012

Publié séparément en ligne, en français, en anglais, en arabe, en chinois, en espagnol et en russe par l'ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE
999, rue University, Montréal (Québec) H3C 5H7 Canada

Les formalités de commande et la liste complète des distributeurs officiels et des librairies dépositaires sont affichées sur le site web de l'OACI (www.icao.int).

Première édition, 2012

**Doc 9966, *Systèmes de gestion des risques de fatigue* —
*Manuel des régulateurs***

© OACI 2013

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire, de stocker dans un système de recherche de données ou de transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, un passage quelconque de la présente publication, sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de l'Organisation de l'aviation civile internationale.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU DOCUMENT

Le but du Manuel sur les FRMS (systèmes de gestion des risques de fatigue) est de fournir aux États des renseignements sur les principes, la réglementation et la supervision d'un FRMS. Chacun des chapitres du présent document traite d'un domaine général, selon le découpage suivant :

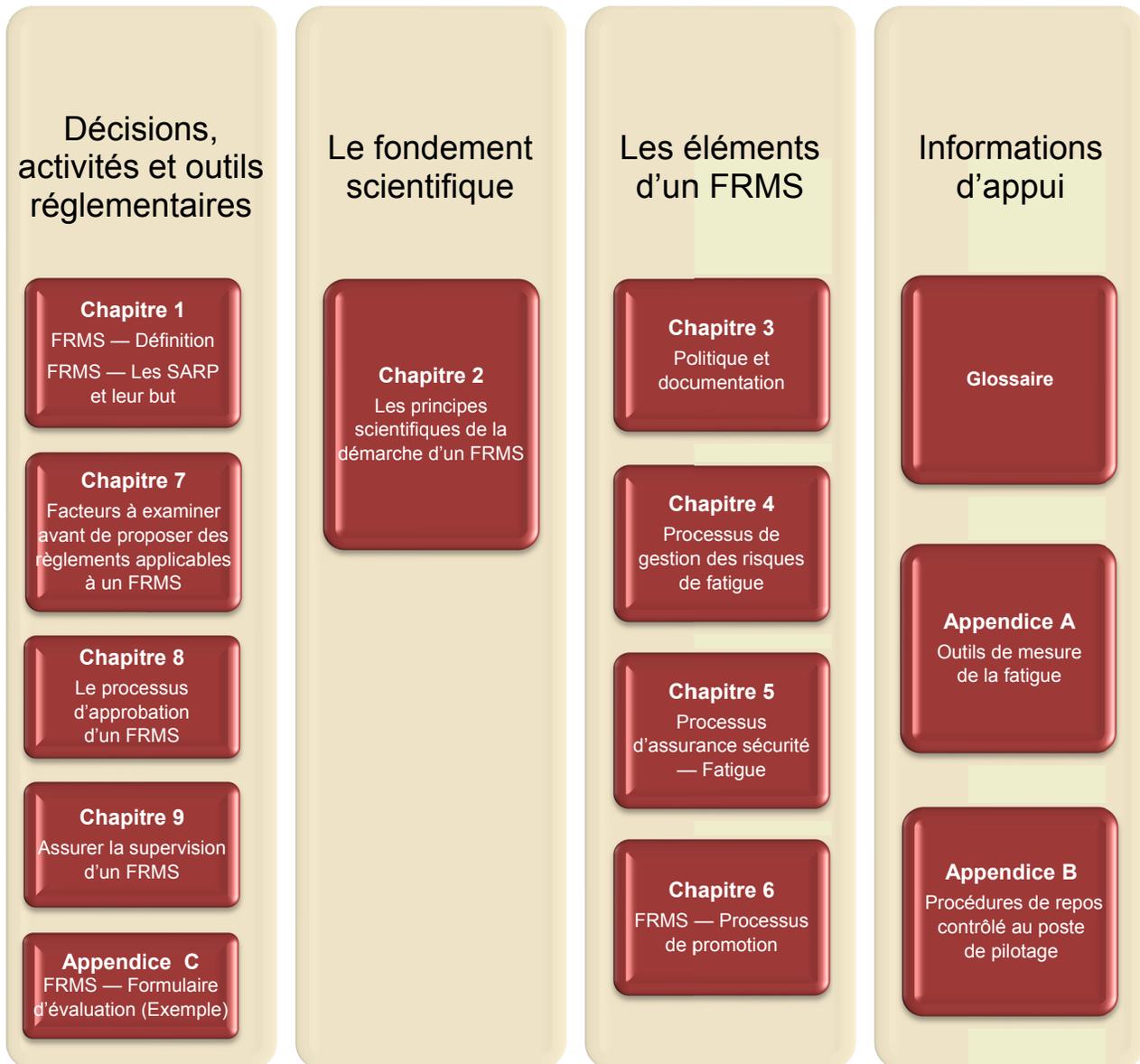


TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Glossaire	XI
Chapitre 1. Introduction aux systèmes de gestion des risques de fatigue (FRMS)	1-1
1.1 Qu'est-ce qu'un système de gestion des risques de fatigue ?	1-1
1.2 Pourquoi l'industrie du transport aérien adopte-t-elle des FRMS ?	1-2
1.3 Normes et pratiques recommandées de l'OACI pour la gestion de la fatigue	1-3
1.3.1 Section 4.10 de l'Annexe 6, Partie 1	1-4
1.3.2 Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1	1-9
1.4 Structure du présent manuel	1-9
Chapitre 2. La science pour les FRMS	2-1
2.1 Introduction à la science pour les FRMS.....	2-1
2.2 Les principes de la science du sommeil	2-1
2.2.1 Que se passe-t-il dans le cerveau pendant le sommeil ?	2-2
2.2.2 La question de la qualité du sommeil	2-5
2.2.3 Les conséquences du manque de sommeil	2-7
2.3 Introduction aux rythmes circadiens	2-10
2.3.1 Exemples de rythme circadien	2-10
2.3.2 L'horloge biologique circadienne et le sommeil	2-12
2.3.3 La sensibilité de l'horloge biologique circadienne à la lumière	2-14
2.3.4 Le travail posté	2-15
2.3.5 Le décalage horaire.....	2-16
2.4 Résumé des principes de la science pour les FRMS	2-20
Chapitre 3. Politique et documentation relatives au FRMS	3-1
3.1 Introduction à la politique et à la documentation sur le FRMS	3-1
3.2 Appendice 8, paragraphe 1.1 : Politique relative au FRMS.....	3-3
3.2.1 Portée du FRMS.....	3-3
3.3 Exemples d'énoncés de politique sur le FRMS	3-5
3.3.1 Énoncé de politique sur le FRMS pour une grande compagnie aérienne	3-5
3.3.2 Énoncé de politique sur le FRMS pour un exploitant modeste spécialisé dans l'évacuation médicale	3-7
3.4 Appendice 8, paragraphe 1.2 : Documentation relative au FRMS	3-8
3.4.1 Exemple de mandat assigné à un Groupe d'action — Fatigue et sécurité	3-10
Chapitre 4. Processus de gestion du risque de fatigue (FRM)	4-1
4.1 Introduction aux processus de FRM.....	4-1
4.2 Processus de FRM — Étape 1 : Indiquer les opérations traitées	4-3
4.3 Processus de FRM — Étape 2 : Recueillir des données et des informations.....	4-3
4.4 Processus de FRM — Étape 3 : Détecter les dangers	4-7
4.4.1 Processus prédictifs de détection des dangers	4-8
4.4.2 Processus proactifs de détection des dangers	4-10
4.4.3 Processus réactifs de détection des dangers	4-16

	<i>Page</i>
4.5 Processus de FRM — Étape 4 : Évaluer les risques.....	4-17
4.6 Processus de FRM — Étape 5 : Atténuer les risques	4-19
4.7 Exemple : Établir un processus de FRM pour une nouvelle ligne très-long-courrier (ULR).....	4-22
4.7.1 Étape 1 — Définir l'opération	4-22
4.7.2 Étape 2 — Recueillir des données et des informations	4-22
4.7.3 Étape 3 — Détecter les dangers	4-24
4.7.4 Étape 4 — Évaluer le risque sécuritaire	4-25
4.7.5 Étape 5 — Choisir et mettre en œuvre des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation	4-26
4.7.6 Étape 6 — Surveiller l'efficacité des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation	4-27
4.7.7 Lier le processus de FRM au processus d'assurance sécurité du FRMS	4-27
Chapitre 5. Processus d'assurance sécurité du FRMS.....	5-1
5.1 Introduction aux processus d'assurance sécurité du FRMS.....	5-1
5.2 Processus d'assurance sécurité du FRMS	5-4
5.2.1 Étape 1 — Collecter et examiner les données	5-4
5.2.2 Étape 2 — Évaluer la performance du FRMS	5-5
5.2.3 Étape 3 — Détecter les dangers émergents	5-7
5.2.4 Étape 4 — Identifier les changements qui influent sur le FRMS	5-7
5.2.5 Étape 5 — Améliorer l'efficacité du FRMS	5-8
5.3 Attribuer la responsabilité des processus d'assurance sécurité du FRMS.....	5-9
5.4 Exemples de processus d'assurance sécurité du FRMS en interaction avec des processus de FRM.....	5-10
Chapitre 6. Processus de promotion du FRMS	6-1
6.1 Introduction aux processus de promotion du FRMS	6-1
6.2 Programmes de formation sur le FRMS	6-2
6.2.1 Qui a besoin d'une formation ?	6-2
6.2.2 Programme d'études.....	6-3
6.2.3 Formation sur le FRMS — Formats et fréquence.....	6-6
6.2.4 Évaluation de la formation sur le FRMS	6-7
6.2.5 Formation sur le FRMS — Documentation.....	6-8
6.3 Plan de communication sur le FRMS	6-8
Chapitre 7. La décision d'offrir une réglementation sur le FRMS.....	7-1
7.1 Le système de supervision de la sécurité géré par l'État est-il assez développé ?	7-1
7.2 Nos ressources sont-elles suffisantes ?	7-2
7.3 L'offre d'un FRMS nous permet-elle d'attacher moins d'importance à nos règlements prescriptifs ?	7-3
7.4 Que faire si l'État dispose déjà d'un processus d'approbation des FRMS ou d'exploitants munis d'un FRMS approuvé ?	7-4
7.5 Dans quels cas les exploitants devraient-ils faire une demande de dérogation ou être tenus de mettre en œuvre un FRMS ?.....	7-4
7.6 Comment allons-nous établir l'acceptabilité des limites proposées par l'exploitant pour son FRMS ?	7-5
7.7 Quels sont les aspects d'une opération pour lesquels les limites du FRMS doivent être déterminées ?.....	7-6

	<i>Page</i>
7.8 Pourquoi ne formulons-nous pas des règlements pour exiger qu'un FRMS fasse partie d'un SGS ?	7-6
7.9 Le FRMS exige que les dérogations importantes aux temps de vol, aux périodes de service et aux périodes de repos programmés et réels ainsi que les motifs de ces dérogations soient consignés par les exploitants. Comment allons-nous surveiller le respect de cette prescription ?.....	7-7
Chapitre 8. Le processus d'approbation du FRMS	8-1
8.1 Une approche progressive de la mise en œuvre d'un FRMS.....	8-1
8.1.1 Phase I — Planifier.....	8-2
8.1.2 Phase II — Mettre en œuvre les processus réactifs du FRM.....	8-3
8.1.3 Phase III — Mettre en œuvre les processus proactifs et prédictifs du FRM.....	8-4
8.1.4 Phase IV — Mettre en œuvre les processus d'assurance sécurité du FRMS.....	8-4
8.1.5 Exemple opérationnel de mise en œuvre progressive d'un FRMS.....	8-5
8.2 Le processus d'approbation du FRMS	8-8
8.2.1 Jalon réglementaire 1 — Notification par l'exploitant.....	8-9
8.2.2 Jalon réglementaire 2 — Examen du plan, de la politique et de la documentation relatifs au FRMS.....	8-9
1. Examen du plan du FRMS	8-9
2. Examen de la proposition initiale de politique et de documentation sur le FRMS	8-10
8.2.3 Jalon réglementaire 3 — Examen des processus initiaux de FRM	8-11
8.2.4 Jalon réglementaire 4 — Approbation du FRMS.....	8-13
Chapitre 9. Supervision d'un FRMS.....	9-1
9.1 Fonctions de planification réglementaire.....	9-1
9.2 Exigences particulières pour la supervision d'un FRMS	9-1
9.3 Application d'un FRMS.....	9-2
Appendice A. Mesure de la fatigue des membres d'équipage	App A-1
A-1 États de fatigue rapportés par des membres d'équipage.....	App A-1
A-1.1 Formulaire de rapport de fatigue	App A-1
A-1.2 Enquêtes rétrospectives.....	App A-3
A-2 Surveillance de la fatigue des membres d'équipage au cours des opérations de vol	App A-4
A-2.1 Évaluation subjective de la fatigue et du degré de somnolence.....	App A-4
A-2.2 Mesures de performance objectives.....	App A-7
A-2.3 Surveillance du sommeil	App A-9
A-2.4 Surveillance du cycle de l'horloge biologique circadienne.....	App A-16
A-3 Évaluation de l'incidence de la fatigue dans les événements de sécurité.....	App A-18
Appendice B. Procédures de repos contrôlé au poste de pilotage	App B-1
Appendice C. Exemple de formulaire d'évaluation d'un FRMS.....	App C-1

GLOSSAIRE

* *correspond à une définition de l'OACI*

Actigraphie. Utilisation d'actimètres pour surveiller les régimes de sommeil. Pour obtenir une mesure fiable du sommeil par l'actigraphie, l'algorithme informatisé qui évalue le sommeil d'après les quantités d'activité doit avoir été validé en fonction de la polysomnographie — un examen médical fondé sur la technologie la plus fiable pour mesurer la durée et la qualité du sommeil. La principale faiblesse de l'actigraphie est le fait qu'elle ne fait pas de distinction entre le sommeil et l'éveil immobile (car l'actimètre mesure le nombre et l'intensité des mouvements).

Actimètre. Dispositif en forme de montre-bracelet qui contient un accéléromètre pour détecter les mouvements. Les quantités d'activité sont enregistrées par périodes temporelles unitaires, par exemple après chaque minute. Les modèles de mouvement peuvent être analysés avec un logiciel spécial qui calcule le moment où le porteur de l'actimètre s'est endormi, et qui donne quelques détails sur l'intensité de son agitation pendant son sommeil (c.-à-d. sur la qualité du sommeil). Les actimètres sont conçus pour enregistrer continuellement ces données pendant plusieurs semaines, d'où leur grande utilité pour surveiller les régimes de sommeil, par exemple avant, pendant et après un voyage. Les actimètres fournissent des actigraphes, qui sont des graphiques du mouvement.

***Analyse des données de vol (FDA).** Méthode d'analyse des données de vol enregistrées ; elle est conçue pour améliorer la sécurité des opérations aériennes.

Assurance de la sécurité — Risque fatigue. Les processus d'assurance sécurité d'un FRMS surveillent l'ensemble du système pour vérifier s'il fonctionne normalement, et s'il répond aux objectifs de sécurité prescrits par la politique du FRMS et par les exigences réglementaires. En outre, ces processus reconnaissent les changements opérationnels et organisationnels qui pourraient affecter le FRMS, et distinguent les domaines dans lesquels la performance de sécurité du FRMS pourrait être améliorée (amélioration continue).

Besoin de sommeil. Quantité de sommeil régulièrement nécessaire pour maintenir des niveaux optimaux de vigilance, d'énergie et de performance. Les différences personnelles rendent très difficile, en fait, la mesure de ce besoin de sommeil. En outre, comme bien des gens souffrent d'un manque de sommeil chronique, lorsqu'ils peuvent dormir à satiété, leur temps de sommeil peut dépasser leur besoin théorique, à cause du sommeil réparateur.

Circonstance opérationnelle imprévue. Événement non planifié — intempérie soudaine, anomalies de fonctionnement de l'équipement, retard dû au trafic aérien, etc. —, lorsqu'il est indépendant de la volonté de l'exploitant. Pour être considérées comme imprévues, ces circonstances doivent se produire ou se présenter à l'exploitant après le début du vol (c.-à-d. dès que l'avion commence à se déplacer pour se préparer au décollage).

Contre-mesures. Stratégies personnelles d'atténuation que les membres d'équipage peuvent appliquer pour réduire leur propre risque de fatigue. On distingue parfois les contre-mesures stratégiques (pratiquées à la maison et dans les temps morts ; par exemple : bonnes habitudes de sommeil ou sommes précédant le service de nuit) et les contre-mesures opérationnelles (pratiquées en vol ; par exemple : le repos contrôlé au poste de pilotage).

Cycle non-REM/REM. Cycle d'alternances régulières de sommeil lent et de sommeil paradoxal, couvrant une période de sommeil d'environ 90 minutes.

Décalage horaire. Désynchronisation entre l'horloge biologique circadienne et le cycle jour-nuit local. Elle survient lors des vols transméridiens (est-ouest) qui entraînent une brusque modification du cycle jour-nuit. Le décalage horaire s'accompagne d'une désynchronisation interne entre les rythmes propres à diverses fonctions corporelles. Les symptômes courants comprennent la volonté de manger et de dormir à des heures inhabituelles, des problèmes de digestion, une baisse d'efficacité dans les tâches mentales et physiques, et des sautes d'humeur. Les effets du décalage horaire se

dissipent après un certain temps passé dans le nouveau fuseau horaire, et lorsque l'horloge biologique circadienne s'est bien adaptée à l'heure locale.

Déficit cumulatif de sommeil. Manque de sommeil accumulé sur plusieurs nuits consécutives (ou plusieurs journées consécutives de 24 heures). Ce cumul entraîne un abaissement graduel des performances et une augmentation de la somnolence objective. En outre, les personnes affectées paraissent moins aptes à évaluer leur propre niveau de performance.

Équipage de conduite renforcé. Équipage de conduite dont les membres sont plus nombreux que le minimum requis pour manœuvrer l'aéronef. Chaque membre d'équipage peut ainsi quitter son poste désigné pour bénéficier d'un temps de repos pendant lequel il sera remplacé par un autre membre d'équipage dûment qualifié.

***Fatigue.** État physiologique qui se caractérise par une diminution des capacités mentales ou physiques due à un manque de sommeil, à une période d'éveil prolongée, à une phase du rythme circadien ou à la charge de travail (mental et/ou physique), qui peut réduire la vigilance d'un membre d'équipage et sa capacité à faire fonctionner un aéronef en toute sécurité ou à s'acquitter de fonctions liées à la sécurité.

Fatigue chronique. Dans le domaine de la gestion des risques de fatigue, la fatigue chronique concerne les périodes de somnolence et la dégradation de l'efficacité, qui s'accumulent avec la diminution quotidienne du sommeil. Ces effets peuvent être renversés par un sommeil réparateur (voir aussi *Déficit cumulatif de sommeil*).

Fatigue temporaire. Besoin de repos accumulé sur une même période de service, et dont il est possible de bien récupérer au cours de la prochaine période de repos.

Fenêtre temporelle de sieste en après-midi. Période de somnolence accrue au milieu de l'après-midi. L'heure et la durée précises sont variables, mais sont normalement comprises entre 15 h et 17 h. Cette période est propice à un somme. C'est aussi le moment où il est plus difficile de rester éveillé, ce qui favorise le microsommeil involontaire, notamment en cas de déficit de sommeil récent.

Formation FRMS. Programmes de formation axés sur les compétences ; ils sont conçus pour rendre tous les intervenants capables d'assumer leurs responsabilités dans le cadre d'un FRMS.

FRMS. Voir *Système de gestion des risques de fatigue*.

GAFS. Voir *Groupe d'action — Fatigue et sécurité*.

Gestion des risques de fatigue. Gestion des risques liés à la fatigue qui tient compte du niveau d'exposition aux risques et de la nature de l'opération, dans le but de réduire au minimum les effets néfastes de la fatigue sur la sécurité des opérations aériennes.

Groupe d'action — Fatigue et sécurité (GAFS). Groupe composé de représentants de tous les groupes d'intervenants (responsables de la gestion et de la régulation des horaires, représentants des membres d'équipage associés à des experts scientifiques et médicaux, ainsi qu'à des spécialistes de l'analyse des données). Il est chargé de coordonner les activités de gestion de la fatigue au sein de l'organisation concernée.

Horaire des vols. Séquence de vols conçue pour répondre aux besoins opérationnels et pour bien gérer les ressources, y compris les services des membres d'équipage.

Horloge biologique circadienne. Stimulateur neural du cerveau. Il surveille le cycle jour-nuit (par des stimuli lumineux provenant des yeux), et détermine notre préférence pour le sommeil nocturne. C'est en cela que le travail posté pose problème, car il entraîne un décalage du cycle sommeil-éveil, alors que l'horloge biologique circadienne tend à maintenir le cycle jour-nuit local sur lequel elle est normalement calée. Comme en présence d'un décalage horaire, qui modifie brusquement le cycle jour-nuit, l'horloge biologique circadienne finit par s'adapter si elle dispose d'un temps suffisant dans le nouveau fuseau horaire.

Inertie du sommeil. Sentiment passager de désorientation, de faiblesse et d'altération des performances, qui peut survenir pendant que les fonctions cérébrales se structurent au cours du processus de réveil. L'inertie du sommeil peut être éprouvée au cours du réveil, quel que soit le sommeil dont on se réveille. Elle peut être plus longue et plus intense après un **sommeil lent profond** (phases 3 et 4 du sommeil non-REM), ou après des périodes de sommeil ou des sommes très marqués par le sommeil lent profond.

***Membre d'équipage.** Personne chargée par un exploitant de fonctions à bord d'un aéronef pendant une période de service de vol.

Mesures de contrôle. Stratégies défensives au niveau du système. Elles sont conçues pour réduire au minimum et de manière durable les risques de fatigue. Exemples : les règles de planification ; la surveillance des effectifs de navigants des bases d'affectation ; le choix d'installations appropriées de repos en vol pour l'équipage ; les protocoles régissant le repos en vol et le repos contrôlé au poste de pilotage.

Microsommeil. Courte période (quelques secondes) pendant laquelle le cerveau se dissocie de l'environnement (c.-à-d. cesse de traiter les informations visuelles et sonores), et s'enfonce de manière incontrôlable dans un sommeil lent profond (non-REM). Le microsommeil est un indice de somnolence physiologique extrême.

Modèle biomathématique. Programme informatique conçu pour prévoir les niveaux de fatigue des membres d'équipage, d'après la connaissance scientifique des facteurs de fatigue. Tous les modèles biomathématiques ont des limitations qui doivent être comprises pour être correctement appliquées dans un FRMS. Ce modèle est un outil optionnel (et non une exigence) conçu pour la détermination prévisionnelle des dangers causés par la fatigue (Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, Appendice 8, § 2.1).

Opérations long-courriers prolongées. Opérations caractérisées par des périodes de service prolongées impliquant l'emploi d'équipages renforcés, ce qui permet d'accorder à leurs membres des périodes de repos en vol.

Opérations très-long-courriers (ULR). Opérations comportant une étape pour laquelle le temps de vol planifié excède 16 heures, compte tenu des conditions de vent moyennes et des variations saisonnières (définies par le Comité d'orientation pour la vigilance des équipages de vols très-long-courriers [ULR], Fondation pour la sécurité aérienne [2005]. *Flight Safety Digest* 26).

Performance de sécurité. Niveau de sécurité obtenu dans un environnement à risques maîtrisés, et mesuré d'après un niveau de sécurité jugé aussi bas que normalement possible.

***Période de repos.** Période de temps définie et ininterrompue qui précède et/ou suit le service, pendant laquelle un membre d'équipage de conduite ou de cabine est déchargé de tout service.

***Période de service.** Période qui commence au moment où un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenu par l'exploitant de se présenter pour le service ou de prendre son service et qui se termine au moment où il est déchargé de tout service.

***Période de service de vol.** Période qui commence au moment où un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenu de se présenter pour le service, qui comprend un vol ou une série de vols et qui se termine au moment où l'avion s'immobilise et après l'arrêt des moteurs à la fin du dernier vol sur lequel il assure des fonctions de membre d'équipage.

Phase basse du rythme circadien (WOCL). Moment du cycle de l'horloge biologique circadienne où la fatigue subjective et la somnolence sont les plus marquées et les plus pénalisantes pour le travail mental ou physique. La WOCL apparaît vers le moment du point bas quotidien de la température centrale — normalement vers 3 h ou 5 h —, lorsqu'une personne est bien adaptée au fuseau horaire de sa région. Cependant, le moment exact de la WOCL varie selon les personnes. Il survient plus tôt pour les personnes du type matinal (les lève-tôt), et plus tard pour celles du type vespéral (les oiseaux de nuit). Cette phase peut se décaler de quelques heures après plusieurs périodes de travail de nuit consécutives.

Politique relative au système de gestion des risques de fatigue. Composante exigée d'un FRMS (Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, Appendice 8, § 1.1). La politique relative au FRMS doit permettre de déterminer les éléments et la portée du FRMS ; refléter la responsabilité commune de tous les intervenants concernés par ce système ; énoncer les objectifs du FRMS en matière de sécurité ; être signée par le responsable supérieur de l'organisation ; être diffusée dans toute l'organisation ; faire état de l'engagement de la direction envers la présentation régulière de rapports sur la sécurité, la prestation des ressources nécessaires au FRMS et son amélioration constante ; préciser les responsabilités concernant son fonctionnement ; demander qu'on procède à des examens périodiques du FRMS.

Pression homéostatique de sommeil. Voir *Processus homéostatique du sommeil*.

Privation de sommeil. Durée de sommeil insuffisante (« sommeil tranché ») au cours d'au moins deux nuits consécutives. Les effets de ces limitations sont cumulatifs. Les réductions de performance et les périodes de somnolence objective augmentent progressivement. Le besoin de sommeil s'accumule au point de provoquer un sommeil incontrôlable (voir *Microsommeil*).

Processus homéostatique du sommeil. Le besoin physique de **sommeil lent profond** (phases non-REM 3 et 4), qui s'accumule au cours de l'état de veille et décroît exponentiellement au cours du sommeil.

Qualité du sommeil. Qualité de sommeil nécessaire au rétablissement de la fonction de veille. Un sommeil est de bonne qualité s'il ne comporte que peu ou pas d'interruptions du cycle lent/paradoxal. La fragmentation du cycle causée par des réveils, ou par de brèves excitations qui font passer le cerveau à un sommeil plus léger, sans toutefois aller jusqu'au réveil, diminue la valeur réparatrice du sommeil.

Repos contrôlé au poste de pilotage. Stratégie d'atténuation efficace qui doit être appliquée selon les besoins pour contrôler la fatigue éprouvée au cours d'opérations aériennes. Les procédures recommandées au sujet du repos contrôlé au poste de pilotage figurent à l'Appendice B. Ces procédures **ne doivent pas** servir d'outil de planification, c'est-à-dire de stratégie destinée à prolonger les périodes de service.

Réserve/astreinte. Période d'attente définie à l'aéroport, à l'hôtel ou à la maison, pendant laquelle un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenu, par l'exploitant, d'être disponible sur appel pour accomplir une tâche donnée, sans pouvoir disposer entre-temps d'une période de repos.

Réveil interne. Composante de l'horloge biologique circadienne. Elle signale le moment du cycle circadien marqué par une très forte propension à l'éveil et par la difficulté de s'endormir ou de rester endormi. Ce moment survient vers la fin de la matinée ou au début de l'après-midi, six heures après la **phase basse du rythme circadien**. Il peut perturber le sommeil et accroître le risque de fatigue après un service de nuit.

Rotations d'équipages. Affectation d'un membre d'équipage à une série de vols réguliers s'étendant sur un ou plusieurs jours.

***Service.** Toute tâche qu'un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenu par l'exploitant d'accomplir, y compris, par exemple, le service de vol, les tâches administratives, la formation, la mise en place et la réserve si elle est susceptible de causer de la fatigue.

SGS. Voir *Système de gestion de la sécurité*.

Somme. Brève période de sommeil, généralement définie comme moins de la moitié d'une période de sommeil qui dure une nuit entière. Il a été démontré qu'un somme de cinq minutes seulement atténué (temporairement) les effets cumulatifs du manque de sommeil — voir aussi *Repos contrôlé au poste de pilotage*.

Sommeil. État réversible pendant lequel la maîtrise consciente de l'activité cérébrale disparaît et le traitement de l'information sensorielle fournie par l'environnement est réduit au minimum. Le cerveau se met « hors circuit » pour trier et enregistrer les expériences de la journée, ainsi que pour restaurer les systèmes essentiels appauvris par les activités de l'état de

veille. Le sommeil comporte une série complexe de processus caractérisés par l'alternance de deux états cérébraux différents : le **sommeil lent profond** et le **sommeil paradoxal**.

Sommeil lent profond. Sommeil correspondant aux deux phases les plus avancées (phases 3 et 4), caractérisé par des ondes cérébrales lentes et de plus grande amplitude (EEG dominé par des fréquences de 0,5 à 4 Hz).

Sommeil lent profond (sommeil non-REM). Type de sommeil associé à un ralentissement graduel de l'activité électrique du cerveau (représentée par des ondes cérébrales qui sont mesurées par des électrodes placées sur le cuir chevelu et reproduites sous la forme d'un tracé appelé électroencéphalogramme [EEG]). À mesure que les ondes cérébrales ralentissent, leur amplitude augmente, tandis que l'activité de grands groupes de cellules cérébrales (neurones) devient synchronisée. Le sommeil lent se divise normalement en quatre étapes, d'après les caractéristiques des ondes cérébrales. Les phases 1 et 2 représentent un sommeil plus léger. Les phases 3 et 4 représentent un sommeil plus profond, appelé **sommeil lent profond**.

Sommeil non restreint. Sommeil non limité par les exigences du service. Il peut commencer lorsqu'un membre d'équipage a envie de dormir et qu'il n'en est pas empêché par les besoins du service. En outre, la personne peut se réveiller spontanément sans avoir besoin d'un réveil pour se préparer et se présenter au travail à l'heure prévue.

Sommeil paradoxal (sommeil REM). Type de sommeil au cours duquel l'activité électrique du cerveau ressemble à celle qui a lieu pendant la veille. Cependant les yeux bougent de temps à autre sous les paupières fermées sous la forme de « mouvements oculaires rapides », souvent accompagnés de contractions musculaires, d'irrégularités du rythme cardiaque et de troubles respiratoires. En général, les personnes sortant d'un sommeil REM se souviennent bien de leurs rêves. En même temps, le corps ne répond pas aux signaux du cerveau, et c'est pourquoi les rêves ne peuvent pas être « exprimés ». La paralysie qui survient au cours d'un sommeil paradoxal est parfois appelée « blocage REM ».

Sommeil réparateur. Sommeil nécessaire pour récupérer les effets d'une grave perte de sommeil (au cours d'une période continue de 24 heures) ou d'un déficit cumulatif de sommeil (accumulé sur plusieurs périodes consécutives de 24 heures). Le sommeil réparateur peut être un peu plus long que le sommeil habituel, mais le manque de sommeil n'est pas récupéré heure pour heure. Il faut normalement deux nuits de sommeil ininterrompu (lorsqu'un membre d'équipage est bien adapté au fuseau horaire) pour retrouver un régime de sommeil normal (cycles de sommeil lent/paradoxal). D'après des recherches récentes en laboratoire, le rétablissement de la fonction de veille optimale peut exiger un sommeil réparateur de plus de deux nuits.

Stratégies d'atténuation. Interventions au niveau du système conçues pour réduire un risque de fatigue bien déterminé ; par exemple : augmenter le nombre de membres d'équipage d'une base d'affectation ; faire intervenir un équipage de réserve ; apprendre aux membres d'équipage à jouir d'un sommeil de qualité au cours d'un vol ; donner au commandant de bord toute latitude pour modifier le régime des périodes de repos le jour du vol, et réagir ainsi à la fatigue des membres d'équipage et aux conditions d'exploitation.

Syndrome de fatigue chronique. État médical dont le diagnostic exige que la personne réponde aux deux critères suivants :

1. Elle présente un état de fatigue chronique aiguë sur une durée d'au moins six mois, sans soulagement par le repos, qui n'est pas dû à un état pathologique ou psychiatrique associé à la fatigue, selon le diagnostic clinique.
2. Elle présente parallèlement au moins quatre des symptômes suivants : un déficit autodéclaré de mémoire à court terme ou de concentration, assez grave pour réduire sensiblement le niveau précédent des activités dans les domaines professionnel, éducatif, social ou personnel ; des maux de gorge fréquents ou récurrents ; des ganglions lymphatiques sensibles dans le cou ou les aisselles ; des douleurs musculaires ; des douleurs multiarticulaires sans enflure ni rougeur ; des migraines de forme, de nature ou de gravité nouvelles ; un sommeil non réparateur ; des malaises après un effort (épuisement et troubles extrêmes et prolongés et maladie consécutifs à une activité physique ou mentale) qui persistent plus de 24 heures.

La fatigue et le déficit de mémoire ou de concentration doivent avoir perturbé les activités quotidiennes normales, comme l'ont fait aussi d'autres symptômes qui ont persisté ou sont revenus pendant une période de maladie d'au moins six mois consécutifs et n'ont pas précédé l'état de fatigue. (http://www.cdc.gov/cfs/general/case_definition/index.html)

***Système de gestion de la sécurité (SGS).** Approche systémique de la gestion de la sécurité comprenant les structures organisationnelles, responsabilités, politiques et procédures nécessaires.

***Système de gestion des risques de fatigue (FRMS).** Moyen dirigé par des données qui permet de surveiller et de gérer en continu les risques de sécurité liés à la fatigue, basé sur des principes et des connaissances scientifiques ainsi que sur l'expérience opérationnelle, qui vise à faire en sorte que le personnel concerné s'acquitte de ses fonctions avec un niveau de vigilance satisfaisant.

Tableau de service/inscription au tableau de service. Affectation de membres d'équipage à un horaire de service.

Temps de vol — avions. Total du temps décompté depuis le moment où l'avion commence à se déplacer en vue du décollage jusqu'au moment où il s'immobilise en dernier lieu à la fin du vol.

Travail posté. Tout régime de travail qui exige des membres d'équipage qu'ils soient éveillés et actifs à un moment où leur horloge biologique circadienne s'attend à ce qu'ils soient endormis. Le problème est que cette horloge est recalée par la lumière, et tend à rester « verrouillée » sur le cycle jour-nuit, plutôt que de s'adapter au régime de travail. Le travail posté est normalement associé à la privation de sommeil, et à l'obligation de travailler pendant des périodes du cycle circadien caractérisées par une baisse de l'efficacité et une vigilance sous-optimale (en particulier dans la **phase basse du rythme circadien**).

Troubles du sommeil. Ensemble de problèmes qui rendent impossible un sommeil réparateur, même si la personne passe un certain temps à essayer de dormir. On a reconnu plus de 80 types de troubles du sommeil, qui peuvent causer des perturbations à des degrés divers. Exemples de troubles du sommeil : apnée obstructive du sommeil, insomnies, narcolepsie, mouvements périodiques des membres pendant le sommeil, etc.

Type matinal. Personne dont le besoin de sommeil se manifeste plus tôt dans la journée que pour la moyenne des gens, à cause des caractéristiques de son horloge biologique circadienne. La tendance observée témoigne de l'émergence de ce type au cours de l'âge adulte.

Type vespéral. Personne dont le besoin de sommeil se manifeste plus tard dans la journée que pour la moyenne des gens, à cause des caractéristiques de son horloge biologique circadienne. La tendance observée témoigne de l'émergence de ce type au cours de la puberté — une tendance qui s'inverse normalement à l'âge adulte.

Voyage. Terme de planification : le temps compris entre le moment où un membre d'équipage se présente au travail, et le moment où il retourne chez lui, une fois libéré de son service après la séquence de vols.

WOCL. Voir *Phase basse du rythme circadien*.

Zone de maintien de l'éveil en soirée. Période qui commence juste avant l'heure normale du coucher, au moment où il est difficile de s'endormir. Par conséquent, si l'on se couche de très bonne heure, on mettra normalement plus de temps à s'endormir, au lieu de dormir plus longtemps. Le temps de sommeil pourrait alors être réduit, et le risque de fatigue pourrait augmenter lorsque la période de service commence tôt.

Chapitre 1. Introduction aux systèmes de gestion des risques de fatigue (FRMS)

1.1 QU'EST-CE QU'UN SYSTÈME DE GESTION DES RISQUES DE FATIGUE ?

L'OACI définit la fatigue comme suit :

État physiologique qui se caractérise par une diminution des capacités mentales ou physiques due à un manque de sommeil, à une période d'éveil prolongée, à une phase du rythme circadien ou à la charge de travail (mental et/ou physique), qui peut réduire la vigilance d'un membre d'équipage et sa capacité à faire fonctionner un aéronef en toute sécurité ou à s'acquitter de fonctions liées à la sécurité.

La fatigue est un grave danger créé par des facteurs humains, car elle affecte, pour un membre d'équipage, presque tous les aspects de sa capacité d'accomplir sa tâche¹. La fatigue a donc des répercussions sur la sécurité.

Un système de gestion des risques de fatigue (FRMS) est défini comme suit :

Moyen dirigé par des données qui permet de surveiller et de gérer en continu les risques de sécurité liés à la fatigue, basé sur des principes et des connaissances scientifiques ainsi que sur l'expérience opérationnelle, qui vise à faire en sorte que le personnel concerné s'acquitte de ses fonctions avec un niveau de vigilance satisfaisant.

Un FRMS doit permettre de s'assurer que les membres d'équipage de conduite et de cabine sont assez alertes pour exercer correctement leurs fonctions. Il applique des principes et des méthodes tirés des systèmes de gestion de la sécurité (SGS), pour gérer les risques associés à la fatigue des membres d'équipage. Tout comme les SGS, un FRMS vise un équilibre normal entre trois facteurs : la sécurité, la productivité et les coûts. Son but est d'indiquer, de façon proactive, les occasions d'améliorer les processus opérationnels et de réduire les risques. Il est aussi d'identifier les insuffisances après des événements défavorables. La structure d'un FRMS, telle que décrite dans ce document, s'inspire du cadre des SGS. Les activités principales d'un FRMS sont la gestion des risques pour la sécurité (décrite dans les normes et pratiques recommandées [SARP] comme étant des processus de FRM), et l'assurance sécurité (décrite dans les SARP comme étant des processus d'assurance sécurité du FRMS). Ces activités essentielles sont régies par une politique du FRMS, et appuyées par des processus de promotion du FRMS. L'ensemble du système doit s'appuyer sur des documents approuvés par l'État de l'exploitant.

Les SGS et les FRMS reposent sur le concept d'une bonne culture en matière de rapports sur la sécurité². Selon ce concept, le personnel est formé, et constamment encouragé, à faire des rapports sur tous les risques observés dans l'environnement d'exploitation. Pour encourager tout le personnel chargé d'un FRMS à produire des rapports sur les dangers liés à la fatigue, un exploitant doit bien distinguer entre les deux facteurs suivants :

- les erreurs humaines accidentelles, qui sont considérées comme un aspect normal de tout comportement humain et sont reconnues et gérées dans le cadre du FRMS ;
- les violations délibérées des règles prescrites et des procédures établies.

Tout exploitant devrait disposer de processus indépendants du FRMS pour traiter les cas de non-conformité intentionnelle.

1. Dans le présent manuel, le masculin est utilisé pour désigner à la fois les hommes et les femmes.

2. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI.

Pour encourager le personnel à prendre l'engagement permanent de faire des rapports sur les dangers liés à la fatigue, l'organisation concernée doit prendre les mesures qui conviennent en réponse à ces rapports. Lorsqu'il existe un bon système de rapports sur la sécurité, un grand pourcentage de ces rapports issus du personnel d'exploitation est consacré aux dangers reconnus ou perçus, et non pas à des erreurs ou à des événements indésirables.

1.2 POURQUOI L'INDUSTRIE DU TRANSPORT AÉRIEN ADOPTE-T-ELLE DES FRMS ?

L'approche réglementaire traditionnellement appliquée pour gérer la fatigue des membres d'équipage consiste à prescrire des limites à la durée maximale — quotidienne, mensuelle et annuelle — des heures de vol et de service, et à exiger des pauses minimales pendant et entre les périodes de service. Cette démarche s'inspire de la lutte séculaire, menée depuis la révolution industrielle, pour imposer des limites au nombre d'heures de travail. Cette lutte a touché le secteur des transports au début du vingtième siècle, avec l'adoption d'une série de règlements qui limitent les heures de travail dans les transports ferroviaires, routiers et aéronautiques. Cette démarche reflète l'idée ancienne que de longues heures de travail ininterrompu peuvent causer un état de fatigue (la fatigue liée au « temps passé sur une tâche », selon l'expression courante) ; il faut donc prévoir un temps de récupération suffisant lorsque les tâches sont exigeantes, et pour répondre aux autres obligations de la vie courante.

Au cours de la seconde moitié du vingtième siècle, les preuves scientifiques d'autres causes de fatigue qui s'ajoutent au « temps passé sur une tâche » commençaient à s'accumuler, notamment pour les opérations menées 24 heures d'affilée. Les nouveaux concepts essentiels portent sur les préoccupations suivantes :

- l'importance vitale d'un sommeil suffisant (outre les pauses-repos) pour rétablir et maintenir tous les aspects de la fonction d'éveil ;
- les rythmes quotidiens dans la capacité d'exercer un travail mental et physique, et dans la tendance à s'endormir (l'aptitude à s'endormir et à rester endormi), qui dépendent du cycle quotidien de l'horloge biologique circadienne située dans le cerveau.

Ces nouvelles connaissances intéressent particulièrement l'industrie du transport aérien, qui est unique en son genre, du fait qu'elle combine des opérations menées jour et nuit avec des vols transméridiens.

Parallèlement, on comprend mieux l'erreur humaine et son rôle dans les causes d'accident. En général, les accidents et les incidents sont dus à des interactions entre, d'une part, les processus organisationnels (c.-à-d. les conditions en milieu de travail qui entraînent les défaillances actives de membres d'équipages) et, d'autre part, les conditions latentes qui peuvent prendre en défaut les systèmes de défense en place, et avoir ainsi des effets néfastes sur la sécurité³. Un FRMS est conçu pour mettre en pratique ces nouvelles connaissances nées des sciences de la fatigue et de la sécurité. Son but est de fournir un niveau de sécurité équivalent ou supérieur, mais aussi une meilleure flexibilité opérationnelle.

Les limites normatives de temps de vol et de service relèvent d'une conception un peu simpliste de la sécurité — on est en sécurité en deçà de ces limites, et l'on n'y est pas au-delà —, et sont donc la seule stratégie défensive. Il est vrai que ces limites sont utiles pour certains types d'opérations, mais elles représentent une démarche uniforme qui ne tient pas compte des différences opérationnelles ou des différences personnelles entre les membres d'équipage.

Par contre, un FRMS applique des stratégies défensives à plusieurs niveaux pour gérer les risques liés à la fatigue, d'où qu'ils proviennent. Ce système comporte des processus d'adaptation permanente fondés sur les données recueillies. Ces processus permettent de détecter les dangers liés à la fatigue et, ensuite, de formuler, mettre en œuvre et évaluer des contrôles et des stratégies d'atténuation organisationnels et personnels. Un FRMS repose sur des principes scientifiques, mais son application dans divers contextes aéronautiques exige une expérience et des connaissances opérationnelles. Un

3. Gander, P., Hartley, L., et al., « Fatigue risk management: Organizational factors at the regulatory and industry/company level », *Accident Analysis & Prevention*, mars 2011, vol. 43(2), p. 573 à 590.

FRMS ne devrait pas être conçu pour un exploitant par un consultant. Il doit être élaboré, compris et géré par des gens qui connaissent parfaitement l'environnement opérationnel complexe auquel il s'appliquera. Ainsi, diverses analyses de données peuvent être utilement interprétées dans des contextes particuliers, et de bonnes stratégies d'exploitation peuvent être élaborées.

Le coût et la complexité d'un FRMS ne sont pas toujours justifiés pour des opérations qui respectent les limites de temps de vol et de service, et présentent de faibles risques liés à la fatigue. Des exploitants peuvent donc décider de ne soumettre que certaines parties de leurs opérations au contrôle d'un FRMS, ou de s'en abstenir complètement. Mais s'ils s'en abstiennent, il leur incombe de gérer les risques de fatigue en appliquant leurs propres processus de gestion de la sécurité.

On aurait tort de penser qu'un exploitant pourvu d'un FRMS n'a pas à tenir compte des limites de temps de vol et de service. En fait, il doit en tenir compte, mais ces limites sont déterminées par ses propres processus de gestion des risques de fatigue, dans un contexte opérationnel bien précis. Ces processus sont constamment évalués et actualisés en fonction de ses propres déterminations des risques, et d'après les données recueillies par l'exploitant. C'est au réglementeur qu'il incombe de vérifier si les évaluations des risques, les mesures d'atténuation et les données recueillies sont utiles et si les limitations de temps de vol et de service sont réalistes et conformes aux indicateurs de performance en matière de sécurité. C'est pourquoi l'emploi d'un FRMS nécessite une réglementation fondée sur l'efficacité.

En fait, les réglementations des FRMS visent à formuler une méthode de gestion des risques de fatigue, pour les exploitants et les réglementeurs, plutôt qu'à prescrire des limitations sans rapport avec les particularités de l'organisation ou de l'environnement d'exploitation.

1.3 NORMES ET PRATIQUES RECOMMANDÉES DE L'OACI POUR LA GESTION DE LA FATIGUE

Cette section décrit les normes et pratiques recommandées (SARP) pour la gestion de la fatigue éprouvée par les équipages de conduite et de cabine. Ces SARP fournissent un cadre réglementaire de haut niveau pour les limitations normatives de vol et de service, et pour les FRMS comme méthodes de gestion des risques de fatigue. Les deux méthodes ont en commun deux caractéristiques essentielles :

1. Outre les exigences opérationnelles, les deux méthodes doivent tenir compte de la dynamique propre au manque et à la récupération transitoires et cumulatifs de sommeil, à l'horloge circadienne, et à l'impact de la charge de travail sur la fatigue.
2. La fatigue est influencée par toutes les activités de l'état de veille, et non seulement par les exigences du travail. C'est pourquoi la réglementation de sa gestion repose nécessairement sur le partage des responsabilités entre l'exploitant et chacun des membres d'équipage. Ainsi, qu'il s'agisse d'observer les limitations normatives de vol et de service, ou d'appliquer un FRMS, les exploitants doivent établir des horaires qui permettent aux membres d'équipage de conserver la vigilance nécessaire à leurs tâches ; et ceux-ci sont tenus d'utiliser ce temps pour tâcher d'être bien reposés avant de reprendre leur travail. Le partage des responsabilités concernant le FRMS est discuté plus en détail au Chapitre 3.

Un FRMS partage aussi les modules d'un SGS. C'est pourquoi un FRMS repose sur les conditions suivantes : présentation de rapports utiles en matière de sécurité ; engagement de la haute direction ; processus de surveillance continue ; processus d'enquête sur les événements relatifs à la sécurité — visant à découvrir les lacunes, plutôt qu'à adresser des reproches ; échange permanent d'informations et de meilleures pratiques ; formation intégrée du personnel opérationnel ; mise en œuvre de procédures d'exploitation normalisées (SOP) ; engagement envers l'amélioration continue du FRMS. Ainsi, les fondements des limitations normatives des temps de vol et de service constituent donc, avec les SGS, les modules du FRMS (voir Tableau 1-1).

Tableau 1-1. Modules d'un FRMS

Limites normatives de temps de vol et de service	<ul style="list-style-type: none"> • Concerne la fatigue transitoire et cumulative • Partage des responsabilités entre l'exploitant et les personnes concernées
SGS	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation de rapports utiles en matière de sécurité • Engagement de la haute direction • Processus de surveillance continue • Enquête sur les événements relatifs à la sécurité • Échange d'informations • Formation intégrée • Mise en œuvre efficace de SOP • Amélioration continue

Cependant, un FRMS étant un système de gestion axé sur la fatigue, il présente donc aussi des exigences en plus de celles qu'on attendrait d'un exploitant soucieux de respecter les limitations normatives de temps de vol et de service, et qui gère les risques de fatigue au moyen d'un SGS. Pour répondre à ces exigences supplémentaires qui sont spécifiques à un FRMS, un exploitant pourvu d'un FRMS approuvé peut s'écarter des limites prescrites. C'est pourquoi les SARP destinées à la gestion de la fatigue (section 4.10 de l'Annexe 6 — *Exploitation technique des aéronefs*, Partie 1 — *Aviation de transport commercial international — Avions*) comprennent des normes spécialement conçues pour assurer la réglementation efficace des FRMS. Celles-ci s'appuient, à leur tour, sur l'Appendice 8, qui explique les exigences d'un FRMS.

1.3.1 Section 4.10 de l'Annexe 6, Partie 1

Les SARP destinées à la gestion de la fatigue des équipages de conduite et de cabine sont décrites ci-après :

Annexe 6, Partie 1

4.10 Gestion de la fatigue

4.10.1 L'État de l'exploitant établira des règlements aux fins de la gestion de la fatigue. Ces règlements seront fondés sur des principes et des connaissances scientifiques, le but étant de garantir que les membres des équipages de conduite et de cabine s'acquittent de leurs fonctions avec un niveau de vigilance satisfaisant. L'État de l'exploitant établira donc :

- a) des règlements concernant des limites applicables aux temps de vol, périodes de service de vol, périodes de service et périodes de repos ; et,
- b) s'il autorise des exploitants à utiliser un système de gestion des risques de fatigue (FRMS) pour gérer la fatigue, des règlements applicables à un tel système.

4.10.2 L'État de l'exploitant exigera que l'exploitant établisse, en application du § 4.10.1 et aux fins de la gestion des risques de sécurité liés à la fatigue :

- a) des limites de temps de vol, de période de service de vol, de période de service et de période de repos qui respectent les règles normatives de gestion de la fatigue établies par l'État de l'exploitant ; ou
- b) un système de gestion des risques de fatigue (FRMS) pour l'ensemble de ses activités compte tenu des dispositions du § 4.10.6 ; ou
- c) un FRMS pour une partie de ses activités compte tenu des dispositions du § 4.10.6, et les limites prévues à l'alinéa a) pour le reste de ses activités.

4.10.3 Dans le cas d'un exploitant qui adopte des règles normatives de gestion de la fatigue pour une partie ou l'ensemble de ses activités, l'État de l'exploitant peut approuver, dans des circonstances exceptionnelles, des dérogations par rapport à ces règles, sur la base d'une évaluation des risques fournie par l'exploitant. Les dérogations approuvées garantiront un niveau de sécurité équivalent ou supérieur à celui qui est assuré par les règles normatives de gestion de la fatigue.

4.10.4 L'État de l'exploitant approuvera le FRMS d'un exploitant avant que le FRMS ne remplace totalement ou partiellement des règles normatives de gestion de la fatigue. Un FRMS approuvé garantira un niveau de sécurité équivalent ou supérieur à celui qui est assuré par les règles normatives de gestion de la fatigue.

4.10.5 L'État qui approuve le FRMS d'un exploitant mettra en place un mécanisme pour veiller à ce que le FRMS garantisse un niveau de sécurité équivalent ou supérieur à celui qui est assuré par les règles normatives de gestion de la fatigue. Dans le cadre de ce mécanisme, l'État de l'exploitant :

- a) exigera que l'exploitant fixe des limites maximales de temps de vol et/ou de période de service de vol et de période de service, et des limites minimales de période de repos. Ces limites seront fondées sur des principes et des connaissances scientifiques, soumis à un processus d'assurance de la sécurité et acceptables pour l'État de l'exploitant ;
- b) prescrira une réduction des limites maximales et une augmentation des limites minimales si les données de l'exploitant donnent à croire que ces limites sont trop élevées ou trop basses, respectivement ;
- c) approuvera toute augmentation des limites maximales ou réduction des limites minimales seulement après avoir évalué les motifs de l'exploitant à l'appui de la modification, sur la base de l'expérience accumulée sur le FRMS et des données relatives à la fatigue.

4.10.6 L'exploitant qui met en œuvre un FRMS pour gérer les risques de sécurité liés à la fatigue veillera, au minimum :

- a) à incorporer des principes et des connaissances scientifiques dans le FRMS ;
- b) à déterminer les dangers pour la sécurité qui sont liés à la fatigue et les risques correspondants, sur une base permanente ;
- c) à prendre sans tarder les mesures correctrices nécessaires pour atténuer efficacement les risques liés aux dangers ;
- d) à surveiller en permanence et à évaluer régulièrement l'atténuation des risques de fatigue réalisée par les mesures correctrices ;
- e) à améliorer sans relâche le fonctionnement général du FRMS.

4.10.7 **Recommandation.**— *Il est recommandé que les États exigent que les FRMS des exploitants soient intégrés à leur système de gestion de la sécurité (SGS).*

4.10.8 L'exploitant tiendra des relevés des temps de vol, périodes de service de vol, périodes de service et périodes de repos de ses membres d'équipage de conduite et de cabine et les conservera pendant une période fixée par l'État de l'exploitant.

Le but de chacune de ces SARP est discuté ci-dessous.

NORME	BUT
4.10.1	<p>La norme 4.10.1 stipule les responsabilités de l'État pour ce qui est d'établir des règlements pour la gestion de la fatigue. L'établissement de règlements pour les limitations normatives reste obligatoire ; mais, dans le cas d'un FRMS, cet établissement est optionnel pour l'État. Les deux types de règlements doivent traiter les sujets suivants : les principes scientifiques reconnus, notamment la dynamique du manque de sommeil transitoire et cumulatif, l'horloge biologique circadienne et l'impact de la charge de travail sur la fatigue, ainsi que les connaissances acquises par des études spécialisées, par l'expérience pratique et par le respect des exigences. En outre, les deux types de règlements doivent insister sur le fait que, dans le cadre d'une opération donnée, la gestion des risques de fatigue est une responsabilité commune à la direction et à chacun des membres d'équipage (le sujet est discuté au Chapitre 3).</p>
4.10.2	<p>La norme 4.10.2 vise à préciser que, lorsque l'État a établi des règlements pour un FRMS, les exploitants ont trois options concernant la gestion de leurs risques liés à la fatigue : a) ils peuvent les gérer seulement dans le cadre des règlements de leur État sur les limites de temps de vol et de service ; b) ils peuvent décider de mettre en œuvre un FRMS pour toutes leurs opérations ; ou c) ils peuvent mettre en œuvre un FRMS dans une partie de leurs opérations, et imposer des limitations normatives de temps de vol et de service pour d'autres opérations. Cette norme est donc conçue pour permettre à l'exploitant de choisir la méthode de gestion de la fatigue qu'il juge la mieux adaptée à ses propres types d'opérations. Disposant de ce choix, bon nombre d'exploitants opteront probablement pour les avantages offerts par un FRMS en matière de sécurité et d'exploitation.</p> <p>Si l'État ne dispose pas de règlements pour les FRMS, les exploitants doivent gérer leurs risques liés à la fatigue en respectant les contraintes imposées par les limitations normatives de temps de vol et de service en vigueur dans leur État, ou en apportant à ces limitations des écarts approuvés par leur État. Beaucoup choisiront d'agir ainsi en appliquant leurs propres processus de gestion de la sécurité. Cependant, une démarche fondée sur un FRMS, telle que décrite ici avec ses exigences supplémentaires, est également applicable dans le cadre des limitations normatives de temps de vol et de service.</p>
4.10.3	<p>On reconnaît qu'avant l'adoption de normes pour les FRMS, un grand nombre d'États avaient approuvé des dérogations apportées aux limitations prescrites de temps de vol et de service pour les exploitants. Dans certains cas, ces écarts concernent de très brèves prolongations. Ainsi, la norme 4.10.3 permet à un exploitant de maintenir de brèves prolongations pour les opérations prévues, sans devoir créer et mettre en œuvre un FRMS complet. L'approbation de la dérogation dépend d'une évaluation des risques jugée acceptable par le réglementeur.</p> <p>La norme 4.10.3 vise à réduire au minimum la « réglementation par voie d'écarts », et à éviter les approbations d'écart qui répondent aux obligations opérationnelles en l'absence d'une évaluation des risques. Cette norme ne vise pas à proposer une façon rapide et facile de remplacer un FRMS lorsqu'une démarche plus complète de la gestion des risques de fatigue est exigée. Elle n'est pas non plus conçue pour combler les insuffisances causées par des règlements normatifs inadéquats. L'essentiel, c'est qu'elle s'applique seulement dans des « circonstances exceptionnelles ».</p>

NORME	BUT
4.10.4	<p>La norme 4.10.4 signifie que l'approbation est accordée lorsque l'exploitant peut démontrer clairement que tous les processus du FRMS fonctionnent normalement. Il ne suffit pas de présenter un plan solide de mise en place d'un FRMS ou un examen documentaire d'un manuel sur le FRMS. La norme 4.10.4 signifie aussi que les exploitants doivent suivre une démarche itérative pour l'élaboration d'un FRMS (démarche décrite aussi au Chapitre 8).</p> <p>L'approbation concernant l'ensemble d'un FRMS ne peut être accordée qu'une fois élaborés ses quatre processus constitutifs (discutés respectivement aux Chapitres 3, 4, 5 et 6), et lorsque l'État est convaincu que l'exploitant est capable d'adapter correctement les heures de vol et de service (c.-à-d. au-dessus et au-dessous dans un sens ou dans l'autre des limitations normatives), qu'il peut mettre en place des mesures d'atténuation justifiées par le contenu de son FRMS, et que le FRMS a démontré son efficacité au fil du temps grâce aux processus d'assurance sécurité. Au cours de la dernière phase d'élaboration du FRMS, et avant d'avoir obtenu l'approbation de l'État, l'exploitant travaillera dans le cadre des limites formulées par le biais des processus de gestion des risques de fatigue. Ces limites peuvent s'écarter des règles normatives de vol et de service pour certaines opérations visées par les efforts initiaux de l'exploitant relatifs au FRMS. Cette dernière phase d'élaboration est nécessaire pour valider le processus d'assurance sécurité du FRMS, car il s'agit en fait d'une période d'essai préalablement définie pour l'ensemble du FRMS.</p> <p>Une fois l'approbation obtenue, l'exploitant peut appliquer son FRMS aux opérations visées par ce système, pour déroger aux limitations de temps de vol et de service, et pour adopter une nouvelle limite justifiable par des données respectant la limite supérieure du FRMS approuvée par l'État (voir norme 4.10.5).</p> <p>Au cas où un exploitant ferait un mauvais usage d'un FRMS pour bénéficier des heures de service non justifiables sur la base de principes scientifiques, sur les données recueillies et sur d'autres processus du FRMS (c.-à-d. qui ne répondent pas aux exigences minimales d'un FRMS formulées à l'Appendice 8 de l'Annexe 6, Partie 1), l'État devra retirer son approbation concernant le FRMS. Dans ce cas, l'exploitant sera tenu d'observer les limites normatives.</p>
4.10.5	<p>La norme 4.10.5 est une SARP pour la « gestion du changement ». Le but est d'aider le réglementeur à réussir la mise en place des règlements axés sur l'efficacité qui sont exigés par un FRMS.</p> <p>Selon l'alinéa a) de la norme, l'exploitant doit indiquer une limite supérieure à respecter quant au nombre d'heures de vol et de service, et une limite inférieure qui interdit d'écourter une période de repos, même lorsqu'on applique des mesures d'atténuation et des processus dans le cadre d'un FRMS. Le but est d'offrir une tranche d'assurance supplémentaire et de formuler des attentes précises pour tous les acteurs.</p> <p>L'alinéa b) fournit aux réglementeurs un moyen moins rigoureux de retirer l'approbation d'un FRMS lorsqu'il suffit d'une modification pour assurer le maintien d'un niveau de sécurité équivalent. Cette solution constructive vise des situations moins graves, dans la mesure où les données de l'exploitant font ressortir une tendance qui témoigne de valeurs pouvant être trop élevées ou trop faibles.</p> <p>L'alinéa c) garantit que les exploitants ayant démontré qu'ils assurent la gestion responsable et complète de leurs risques liés à la fatigue — gestion fondée sur un FRMS bien conçu — ne sont pas empêchés, par des restrictions inutiles, d'en tirer tout le bénéfice possible.</p>

NORME	BUT
4.10.6	<p>La norme 4.10.6 décrit des exigences minimales de haut niveau pour un FRMS, et formule des exigences minimales plus précises qui ne conviennent pas au corps principal du texte de l'Annexe, à l'Appendice 8. En fait, cette norme décrit les « grandes lignes » du contenu obligatoire d'un FRMS, tandis que l'Appendice 8 remplit les éléments de façon plus détaillée. Cette norme se présente sous un format voisin de la norme 3.3.4 du SGS (Annexe 6, Partie 1), pour refléter les similitudes et les compatibilités des démarches propres au FRMS et au SGS.</p> <p>Pour le réglementeur, la norme 4.10.6 signifie qu'il faudra fournir une évaluation et une supervision judicieuses des démarches prescrites aux alinéas a) à e). Il faudra créer des processus et des documents qui énoncent les critères d'approbation et de supervision de l'État en conformité avec les règlements élaborés. Le présent manuel vise à fournir des renseignements détaillés pour aider le réglementeur à atteindre ce but.</p>
4.10.7	<p>Le § 4.10.7 reconnaît les relations entre un FRMS et un SGS. Un FRMS remplit une fonction de sécurité, ce qui devrait en faire le complément des processus en vigueur de gestion de la sécurité dans le cadre du SGS d'un exploitant. En principe, lorsque plusieurs systèmes sont utilisés pour détecter les dangers et gérer les risques, il faudrait les intégrer pour optimiser leur efficacité globale, pour assurer la répartition judicieuse des ressources dans l'ensemble des systèmes et, lorsque c'est possible, pour harmoniser les processus et rendre ainsi les systèmes plus efficaces. Ainsi, un exploitant désireux de mettre en œuvre un FRMS, et appliquant déjà des processus SGS évolués, devrait pouvoir adopter et comprendre facilement les processus fondamentaux d'un FRMS. Une telle maturité pourrait comprendre, par exemple, l'habitude de détecter les dangers, la familiarité avec les outils d'évaluation et d'atténuation des risques, et l'habitude de rendre compte efficacement des situations anormales (voir Doc 9859, § 2.8.13). Là où de tels systèmes sont déjà en place, un exploitant ne devrait pas avoir à créer de nouveaux processus pour mettre en œuvre un FRMS. Un FRMS devrait plutôt pouvoir s'appuyer sur les processus de gestion et de formation en vigueur de l'organisation.</p> <p>Pour éviter de négliger ou de prioriser indûment des risques, on ne saurait attacher trop d'importance à la coordination des processus d'un FRMS et des mécanismes en vigueur de gestion de la sécurité. Par exemple, du point de vue d'un SGS, une succession d'alarmes de proximité du sol observées au même point, sur la même approche, et pour le même numéro de vol, peut être attribuée à un manque de formation du pilote à la gestion de l'altitude et au suivi précis de l'alignement de piste et du plan de descente. Sans l'optique et les méthodes de mesure associées à un FRMS, il n'est pas évident que cette succession d'alarmes de proximité du sol soient liée à des vols faisant partie d'une rotation particulièrement fatigante pour les pilotes, dont l'attention aurait tendance à faiblir en fin de parcours. Il faut tenir compte des deux possibilités, et c'est pourquoi les deux systèmes conçus à cet effet ne peuvent pas fonctionner l'un sans l'autre.</p> <p>Cependant, le niveau d'intégration du SGS et du FRMS d'un exploitant dépend d'un grand nombre de facteurs, dont la maturité relative des deux systèmes et les points de vue d'ordre opérationnel, organisationnel et réglementaire. En outre, le niveau de maturité d'un SGS étant très différent selon chaque exploitant, celui-ci n'est pas tenu de faire accepter son SGS par l'État avant d'installer un FRMS. Ainsi, le § 4.10.7 énonce une pratique recommandée plutôt qu'une norme.</p> <p>Lorsqu'un exploitant ne souhaite pas mettre en œuvre un FRMS, ou si l'on a révoqué l'approbation de son système, le réglementeur devrait lui demander d'utiliser son SGS pour gérer les risques liés à la fatigue dans le cadre des limitations normatives.</p>

NORME	BUT
4.10.8	Quelle que soit la méthode appliquée pour gérer la fatigue (c.-à-d. en observant les limitations normatives des temps de vol et de service ou par la mise en œuvre d'un FRMS approuvé), tous les exploitants doivent tenir des registres des vacations, indiquant ou non les services en vol, pour l'équipage de conduite ou de cabine. Il incombe à chaque réglementeur de stipuler la période de temps pendant laquelle ces registres doivent être tenus.

1.3.2 Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1

L'Appendice 8 présente des exigences précises au sujet d'un FRMS. Celles-ci doivent comprendre, au minimum, les éléments suivants :

1. Politique et documentation relatives au FRMS ;
2. Processus de gestion des risques de fatigue ;
3. Processus d'assurance sécurité du FRMS ;
4. Processus de promotion du FRMS.

Le Tableau 1-2 montre comment ces éléments correspondent aux exigences du SGS.

Les activités opérationnelles principales du FRMS sont les processus de FRM et les processus d'assurance sécurité du FRMS. Ils reposent sur des arrangements organisationnels définis par la politique et la documentation relatives au FRMS, et par les processus de promotion du FRMS.

1.4 STRUCTURE DU PRÉSENT MANUEL

La Figure 1-1 présente un cadre général qui regroupe les éléments exigés d'un FRMS. Pour faciliter l'explication, la figure illustre un groupe fonctionnel unique et central : le « Groupe d'action — Fatigue et sécurité », responsable de tous les éléments d'un FRMS. Il comprend des représentants de tous les groupes d'acteurs (personnel de gestion, responsables du calendrier des activités et membres d'équipage) et, selon les besoins, d'autres personnes chargées d'assurer, pour le Groupe d'action, l'accès normal aux connaissances scientifiques et médicales. Cependant, selon le type de structure organisationnelle, les fonctions du Groupe d'action — Fatigue et sécurité décrites dans le présent manuel peuvent être assurées par d'autres groupes dans le cadre de l'organisation (le sujet sera discuté au Chapitre 3). L'essentiel est d'assurer toutes les fonctions de l'élément exigées par un FRMS, quelle qu'en soit la personne responsable.

La communication entre le FRMS et le SGS (dans les deux sens) est nécessaire pour intégrer la gestion des risques de fatigue à toutes les activités de gestion des risques assumées par le SGS. Même ainsi, pour assurer une surveillance efficace, le réglementeur doit être capable de faire la distinction entre les activités du FRMS et les fonctions du SGS.

La structure précise d'un FRMS et ses modes de liaison particuliers avec le SGS d'un exploitant varient selon les facteurs suivants :

- la taille de l'organisation ;
- le type et la complexité des opérations concernées ;
- le mérite relatif du FRMS et du SGS ;
- la gravité relative des risques liés à la fatigue.

Tableau 1-2. Comparaison des éléments d'un SGS et d'un FRMS

Cadre du SGS	FRMS
1. Politique et objectifs de sécurité	1. Politique et documentation relatives au FRMS
2. Gestion du risque sécurité	2. Processus de FRM <ul style="list-style-type: none"> • Détection des dangers • Évaluation des risques • Atténuation des risques
3. Assurance sécurité	3. Processus d'assurance sécurité du FRMS <ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de l'efficacité du FRMS • Gestion du changement opérationnel et organisationnel • Amélioration continue du FRMS
4. Promotion de la sécurité	4. Processus de promotion du FRMS <ul style="list-style-type: none"> • Programmes de formation • Plan de communication du FRMS

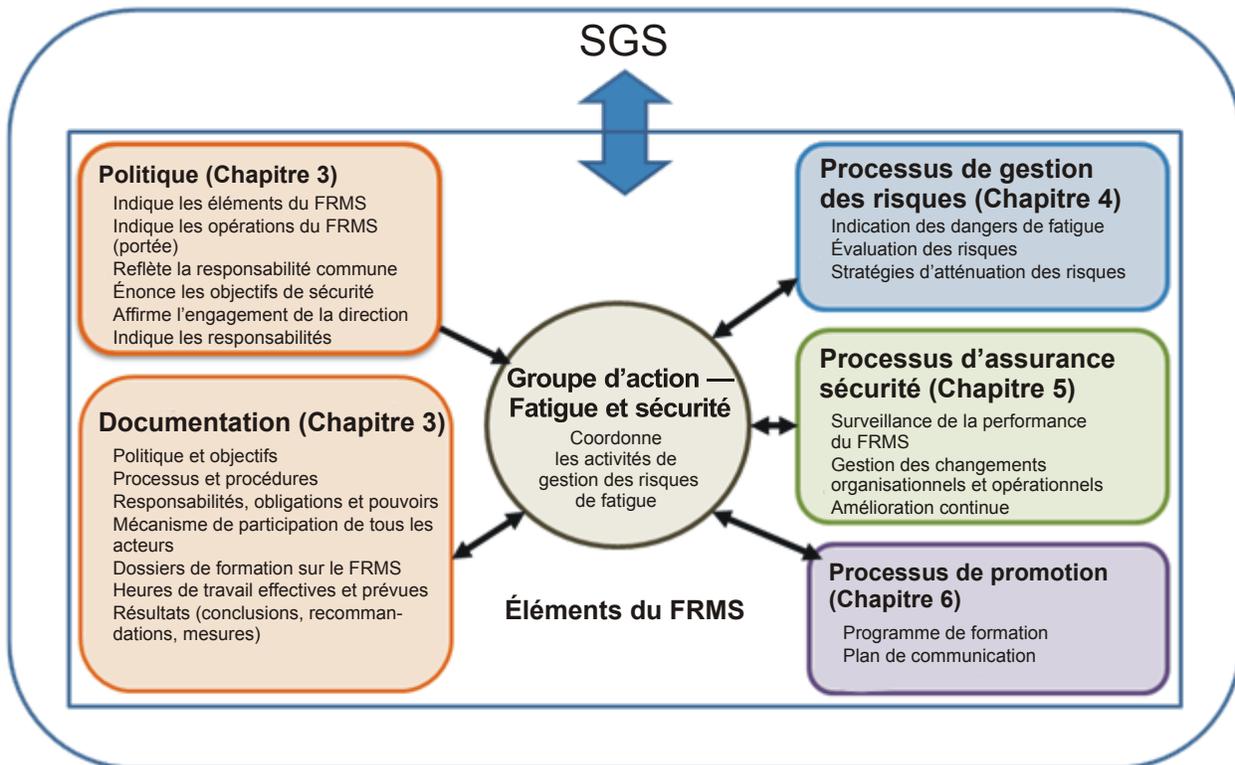


Figure 1-1. Lier les éléments obligatoires d'un FRMS

La démarche du FRMS est fondée sur l'application de principes et connaissances scientifiques à la gestion de la fatigue des membres d'équipage. Le Chapitre 2 présente les concepts scientifiques essentiels qui sont nécessaires pour assurer la surveillance efficace d'un FRMS. Les Chapitres 3, 4, 5 et 6 traitent chacun de l'un des éléments requis d'un FRMS. Le Chapitre 7 traite des aspects d'un FRMS que l'État doit examiner avant de décider s'il doit présenter des règlements. Le Chapitre 8 parcourt le processus d'approbation d'un FRMS. Le Chapitre 9 est consacré au contrôle permanent d'un FRMS.

Pour faciliter les références, le début du manuel comporte un glossaire. Les Appendices A et B contiennent des renseignements supplémentaires à l'appui des concepts présentés aux chapitres précédents. L'Appendice A donne plus de détails sur les méthodes de mesure de la fatigue parmi les processus de FRM du Chapitre 8. L'Appendice B appuie aussi le Chapitre 3 par d'autres renseignements sur le recours au repos contrôlé comme atténuateur de risques de fatigue au poste de pilotage. Enfin, l'Appendice C donne un exemple de formulaire d'évaluation pour la surveillance réglementaire d'un FRMS.

Chapitre 2. La science pour les FRMS

2.1 INTRODUCTION À LA SCIENCE POUR LES FRMS

L'approche FRMS permet aux exploitants de profiter des avancées scientifiques pour renforcer la sécurité et accroître la flexibilité opérationnelle. Pour assurer une supervision efficace, les États devraient connaître les principes scientifiques qui fondent cette approche. Ces principes sont examinés dans le présent chapitre.

Le Chapitre 1 donne la définition OACI de la fatigue d'un membre d'équipage comme suit :

État physiologique qui se caractérise par une diminution des capacités mentales ou physiques due à un manque de sommeil, à une période d'éveil prolongée, à une phase du rythme circadien ou à la charge de travail (mental et/ou physique), qui peut réduire la vigilance d'un membre d'équipage et sa capacité à faire fonctionner un aéronef en toute sécurité ou à s'acquitter de fonctions liées à la sécurité.

Dans les opérations aériennes, la fatigue peut être mesurée subjectivement : les membres d'équipage notent eux-mêmes comment ils se sentent, ou objectivement : en faisant mesurer leur performance (Chapitre 4 et Appendice A).

On peut aussi considérer la fatigue comme un état qui provient d'un déséquilibre entre :

- l'effort physique et mental demandé par toutes les activités menées en état de veille (et non seulement par les exigences du service) ; et
- la récupération après cet effort, qui (hormis celle qui suit la fatigue musculaire) exige le sommeil.

Selon cette conception, pour réduire la fatigue des membres d'équipage, il faut réduire l'effort exigé par les activités menées en état de veille, ou améliorer le sommeil. Deux domaines scientifiques ont un rôle essentiel à cet égard et font l'objet de ce chapitre.

1. La science du sommeil — notamment les effets du manque de sommeil (pendant une ou plusieurs nuits), et la façon de réparer ce manque.
2. Les rythmes circadiens — l'étude des rythmes innés qu'impose le cycle quotidien de l'horloge biologique circadienne (un rythmeur situé dans le cerveau). Ces rythmes comprennent :
 - les rythmes liés aux sensations subjectives de fatigue et de somnolence ;
 - les rythmes liés à la capacité d'accomplir un travail physique et mental, qui influent sur l'effort exigé pour atteindre un niveau de performance acceptable (effort physique) ;
 - les rythmes liés à la propension à s'endormir (la capacité de s'endormir et de rester endormi), qui influent sur la récupération.

2.2 LES PRINCIPES DE LA SCIENCE DU SOMMEIL

Selon une idée très répandue, le temps de sommeil peut être échangé contre un surplus de temps destiné aux activités en état de veille d'un mode de vie occupé. Mais la science du sommeil est formelle : le sommeil n'est pas une denrée négociable.

2.2.1 Que se passe-t-il dans le cerveau pendant le sommeil ?

Il y a plusieurs façons d'examiner ce qui se passe dans un cerveau endormi, depuis l'étude des rêves jusqu'aux techniques d'imagerie médicale. Actuellement, la méthode de recherche la plus courante est connue sous le nom de polysomnographie (pour plus de détails, voir Appendice A). Elle consiste à placer des électrodes amovibles sur le cuir chevelu et le visage, à les relier à un enregistreur, et à mesurer trois sortes d'activité électrique : 1) les ondes cérébrales (électroencéphalogramme ou EEG) ; 2) les mouvements oculaires (électrooculogramme ou EOG) ; 3) le tonus musculaire (électromyogramme ou EMG). La polysomnographie permet de déterminer deux types de sommeil très différents.

Sommeil lent profond (non-REM)

Comparé avec l'activité du cerveau en éveil, le sommeil lent profond (sommeil non-REM) est marqué par un ralentissement graduel des ondes cérébrales. En outre, leur amplitude (hauteur) s'élève à mesure que l'activité cérébrale d'un grand nombre de cellules du cerveau (neurones) devient synchronisée, de sorte qu'elles s'activent à l'unisson. Le rythme cardiaque et la respiration tendent à ralentir et à se stabiliser.

En général, les personnes réveillées d'un sommeil non-REM ont oublié une grande partie de leurs activités mentales. Mais le corps peut encore réagir aux instructions provenant du cerveau. À cause de ces caractéristiques, le sommeil non-REM est parfois décrit comme « *un cerveau relativement inactif dans un corps mobile* ».

Le sommeil non-REM est normalement divisé en quatre étapes, d'après les caractéristiques des ondes cérébrales.

Les phases 1 et 2 représentent un sommeil assez léger (il n'est pas alors très difficile de réveiller le dormeur). On s'endort normalement en passant par la phase 1, puis par la phase 2 non-REM.

Les phases 3 et 4 représentent un sommeil plus profond (il est alors très difficile de réveiller le dormeur). Les phases 3 et 4 sont caractérisées par des ondes cérébrales lentes et de haute amplitude, souvent décrites comme des ondes du **sommeil lent profond** (ou sommeil profond).

Le sommeil lent profond présente un certain nombre de propriétés importantes. La pression de sommeil lent profond s'accumule au cours de l'état de veille et se libère au cours du sommeil. En d'autres termes :

- plus on reste éveillé longtemps, plus le sommeil lent profond sera long au cours de la prochaine période de sommeil ;
et
- au cours d'une période de sommeil, la part du temps consacré au sommeil lent profond diminue proportionnellement.

Ces montées et descentes de la pression de sommeil lent profond sont parfois appelées **processus homéostatique du sommeil**. Ce processus est une composante de la plupart des modèles biomathématiques qui servent à prévoir les niveaux de fatigue des membres d'équipage (voir Chapitre 4).

Même au cours d'un sommeil lent profond, le cerveau est encore activé à environ 80 %, et garde ses capacités cognitives. Il apparaît de plus en plus que le sommeil lent profond est essentiel à la consolidation de certains types de mémoire, et qu'il est donc nécessaire à l'apprentissage.

Note opérationnelle

Stratégies d'atténuation pour l'inertie du sommeil

D'un point de vue opérationnel, le sommeil lent profond est probablement important, car le cerveau a parfois du mal à s'en dégager lorsque le dormeur est brusquement réveillé. C'est ce qu'on appelle l'inertie du sommeil — sentiments de faiblesse et de désorientation, et pertes de la mémoire à court terme et de la capacité de décision. L'inertie du sommeil peut apparaître à l'issue d'une période de sommeil assez léger, mais elle tend à se prolonger et à devenir plus désorientante si la personne est brusquement réveillée d'un sommeil lent profond.

Cet argument est parfois invoqué contre le repos contrôlé au poste de pilotage ou contre le sommeil en vol. On veut éviter, pour un membre d'équipage réveillé à cause d'une urgence, l'obligation de lutter contre l'inertie du sommeil. Cet argument se fonde sur les effets de cet état de confusion observés en laboratoire.

Cependant, d'après les études sur la sieste au poste de pilotage et sur le sommeil aux aires de repos à bord de l'avion, le sommeil lent profond n'apparaît guère au cours des vols. (Le sommeil est plus léger et plus fragmenté que le sommeil au sol.) Ainsi, l'inertie du sommeil est moins probable au cours d'un réveil en vol que ne le suggèrent les études du sommeil menées en laboratoire. On peut aussi réduire le risque d'inertie au moyen d'un protocole de retour au service actif qui laisse à cet état le temps de se dissiper.

Au total, les avantages évidents de la sieste contrôlée et du sommeil en vol l'emportent largement sur les risques potentiels de l'inertie du sommeil. Pour réduire ce risque après une période de repos au poste de pilotage, il est recommandé de limiter la durée de la sieste à 40 minutes. Compte tenu du temps qu'il faut pour s'endormir, cette offre de 40 minutes est généralement insuffisante pour tomber dans un sommeil lent profond. L'Appendice B contient des procédures de sieste contrôlée qui peuvent figurer dans le manuel d'exploitation des aéronefs.

Sommeil paradoxal (REM)

Au cours du sommeil paradoxal (sommeil REM), l'activité cérébrale mesurée par polysomnographie ressemble à celle de l'état de veille. Cependant, au cours d'un sommeil paradoxal, les yeux bougent de temps à autre sous les paupières fermées. Ce sont les « mouvements oculaires rapides », souvent accompagnés de contractions musculaires et d'irrégularités dans le rythme cardiaque et la respiration.

Les personnes réveillées d'un sommeil paradoxal se souviennent normalement de leurs rêves d'apparence réelle. Parallèlement, le corps ne réagit pas aux signaux provenant du cerveau, et c'est pourquoi les rêves ne peuvent pas s'exprimer. (Les signaux sont réellement bloqués dans le tronc cérébral et ne peuvent pas atteindre la moelle épinière.) Les personnes éprouvent parfois un bref accès de paralysie lorsqu'elles s'éveillent d'un rêve, et que le « déblochage REM » est légèrement retardé. À cause de ces caractéristiques, le sommeil paradoxal est parfois désigné comme « *un cerveau hautement activé dans un corps paralysé* ».

Les rêves ont toujours été un sujet fascinant, mais leur étude se prête mal aux méthodes scientifiques quantitatives. Ils font l'objet de toutes sortes d'interprétations : visites spirituelles, satisfaction des pulsions et sous-produits insignifiants de certains lobes du cerveau au cours du sommeil paradoxal. Selon la conception neurocognitive actuelle, le rêve résulte des moments brefs où nous devenons conscients de tout le traitement effectué « hors ligne » par notre cerveau, c'est-à-dire lorsqu'il ne s'occupe pas des informations qui proviennent de l'environnement à travers nos sens, et que nous ne dirigeons pas de façon consciente. Ce traitement « hors ligne » consiste à réactiver des souvenirs et des émotions provenant d'expériences antérieures, et à les intégrer à des expériences datant de la plus récente période de veille. Vus ainsi, les rêves sont des aperçus de ce qui se passe dans notre cerveau lorsqu'il se réorganise. On peut se réveiller le matin en étant toujours bien soi-même, mais un peu transformés par nos expériences de la veille, et de nouveau prêts à interagir avec le monde réel.

La faculté de se rappeler ses rêves est très différente selon les personnes. En général, nous nous les rappelons seulement lorsque nous nous réveillons spontanément de notre sommeil paradoxal (et alors seulement de façon fugace, à moins de les noter et d'en parler). Cependant, chez la plupart des adultes, le sommeil paradoxal occupe normalement environ un quart de leur temps de sommeil.

Cycles non-REM/REM

Au cours d'une nuit normale, le sommeil lent profond (non-REM) alterne avec le sommeil paradoxal (sommeil REM) dans un cycle d'environ 90 minutes (mais sa durée très variable dépend d'un certain nombre de facteurs). La Figure 2-1 présente un schéma du cycle de sommeil lent profond/paradoxal au cours de la nuit de sommeil d'un jeune adulte en bonne santé. Le sommeil réel n'est pas aussi net que sur le schéma : il comprend plusieurs éveils (périodes de transition vers un sommeil plus léger) et des réveils passagers. Les phases du sommeil apparaissent sur l'axe vertical, et les heures sont indiquées le long de l'axe horizontal¹.

Le sommeil traverse la phase 1 (non-REM) et devient de plus en plus profond. Au bout de 80 à 90 minutes, le dormeur se dégage du sommeil lent profond (phases non-REM 3 et 4). Cette période est souvent marquée par des mouvements du corps, tandis que le dormeur traverse rapidement la phase 2 non-REM et passe dans la première période de sommeil paradoxal (REM) de la nuit. (Les périodes REM sont marquées par les cases foncées de la Figure 2-1.) Après une assez courte période de sommeil REM, le dormeur replonge, à travers un sommeil non-REM plus léger, dans un sommeil lent profond, et le cycle recommence.

La quantité de sommeil lent profond observée dans chaque cycle lent profond/paradoxal diminue au cours de la nuit. Ce sommeil peut aussi disparaître complètement au cours des cycles postérieurs. Par contre, la quantité de sommeil paradoxal (REM) de chaque cycle de ce sommeil augmente au cours de la nuit. Le dormeur de la Figure 2-1 se réveille directement de la dernière période REM de la nuit, et se rappellera probablement ses rêves.

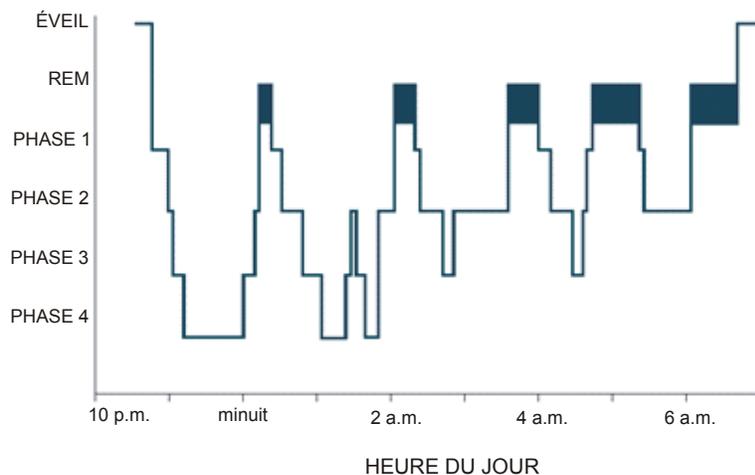


Figure 2-1. Schéma du cycle de sommeil lent profond/paradoxal (non-REM/REM) au cours de la nuit de sommeil d'un jeune adulte

1. Gander, P., *Sleep in the 24-Hour Society*, Open Mind Publishing, Wellington, Nouvelle-Zélande, 2003, ISBN 0-909009-59-7.

Point intéressant : le sommeil lent profond est toujours prédominant au début de la période de sommeil, quel que soit le moment où le sommeil survient au cours du cycle jour-nuit ou du cycle de l'horloge biologique circadienne. La priorité semble être de soulager la **pression homéostatique de sommeil**. Par contre, le temps compris entre l'endormissement et le premier épisode de sommeil paradoxal (latence du sommeil REM) est très variable au cours du cycle de l'**horloge biologique circadienne**. Le moteur circadien du sommeil REM est le plus fort quelques heures avant le moment normal du réveil. Ces deux processus — la **pression homéostatique de sommeil** et l'**horloge biologique circadienne** — sont les principales composantes de la plupart des modèles biomathématiques conçus pour prévoir les niveaux de fatigue des membres d'équipage (voir Chapitre 4).

Note opérationnelle

Stratégies pour pallier les effets du manque de sommeil

Le rétablissement du cycle normal lent profond/paradoxal (non-REM/REM) est l'une des mesures de récupération conçues pour pallier les effets du manque de sommeil. La récupération n'a pas lieu heure pour heure, bien que le sommeil exigé pour réparer ce manque soit parfois plus long que le sommeil habituel.

- Lors de la première nuit de récupération, le temps du sommeil lent profond est plus long que d'habitude. En fait, il peut être si long que le temps manquera pour compenser le sommeil paradoxal.

Lors de la deuxième nuit de récupération, le sommeil paradoxal occupe souvent plus de temps que d'habitude.
- Lors de la troisième nuit de récupération, le cycle lent profond/paradoxal redevient généralement normal.

Au plan opérationnel, il s'ensuit que les horaires doivent prévoir régulièrement la possibilité d'au moins deux nuits consécutives de sommeil continu, pour permettre aux membres d'équipage de récupérer des effets du manque de sommeil.

Ces deux nuits ne sont pas l'équivalent de 48 heures libres. Par exemple, une période libre de 48 heures qui commence à 2 h donnerait seulement une nuit de sommeil continu à la plupart des membres du personnel. Par ailleurs, une période libre de 40 heures qui commence à 21 h offrirait deux nuits complètes de sommeil continu.

Des nuits supplémentaires peuvent être nécessaires à un membre d'équipage dont l'horloge biologique circadienne n'est pas déjà adaptée au fuseau horaire de l'endroit (voir § 2.3).

2.2.2 La question de la qualité du sommeil

La qualité du sommeil (sa valeur réparatrice) dépend de la possibilité de traverser des cycles **ininterrompus** de sommeil lent profond/paradoxal (non-REM/REM) (d'où, semble-t-il, la nécessité des deux types de sommeil dont l'importance est égale). Plus le cycle de sommeil lent profond/paradoxal est fragmenté par des réveils ou des éveils soudains qui poussent le cerveau vers une phase de sommeil plus léger, mais sans vraiment le réveiller, plus la valeur réparatrice du sommeil est faible si l'on tient compte du sentiment et des réactions éprouvés le lendemain.

Note opérationnelle

Stratégies d'atténuation conçues pour réduire au minimum les interruptions de sommeil

Les cycles continus de sommeil lent profond/paradoxal (non-REM/REM) sont la clé d'un bon sommeil. C'est pourquoi les exploitants devraient élaborer des procédures pour réduire au minimum les interruptions de sommeil des membres d'équipage.

Les périodes de repos devraient comprendre des blocs de temps précis (possibilités de dormir) pendant lesquels les membres d'équipage ne doivent pas être contactés, sauf en cas d'urgence. Ces possibilités de sommeil protégé doivent être connues des équipages de conduite et de tous autres membres compétents du personnel. Par exemple, il faudrait éviter les appels d'après l'affectation des équipages au cours d'une période de repos, car ces appels peuvent être extrêmement perturbateurs.

En outre, les exploitants devraient élaborer des procédures visant à protéger les membres d'équipage aux installations d'escale et de sieste. Par exemple, si une période de repos a lieu pendant la journée dans un hôtel d'escale, l'exploitant pourrait s'arranger avec la direction de l'hôtel pour qu'elle restreigne l'accès à la partie de l'hôtel où les membres d'équipage essaient de dormir (avec, par exemple, des affiches indiquant : « pas d'enfants » ou « membres d'équipage seulement »), et pour qu'elle demande à son personnel de respecter les périodes de tranquillité nécessaires (par exemple en s'abstenant des tâches habituelles d'entretien et de nettoyage).

Qualité du sommeil en vol

Comme on l'a mentionné plus haut, les études sur la polysomnographie nous apprennent que le sommeil des membres d'équipage dans les aires de repos à bord est plus fragmenté que le sommeil au sol². Les siestes au poste de pilotage sont aussi plus légères et plus fragmentées qu'il n'apparaît dans les études en laboratoire³. Cependant, tout porte à croire que les siestes en vol permettent d'améliorer la vigilance et la réactivité, et constituent une excellente stratégie d'atténuation pour un FRMS.

D'après les études du sommeil menées dans des chambres hypobares sous des pressions équivalentes à celle de la cabine, la fragmentation du sommeil en vol n'est pas due à l'altitude⁴. Plusieurs études mentionnent qu'on a demandé à des membres d'équipage ce qui dérange leur sommeil à bord de l'avion. Les facteurs le plus souvent mentionnés sont le bruit erratique, les réflexions persistantes, l'absence de fatigue, les turbulences, le bruit ambiant de l'avion, la faible humidité et le fait d'aller à la toilette.

Qualité du sommeil en fonction de l'âge

À l'âge adulte, la part du sommeil lent profond diminue, notamment chez les hommes. En outre, le sommeil devient plus fragmenté. Par exemple, selon une étude portant sur 2 685 participants âgés de 37 à 92 ans, le nombre moyen d'éveils soudains (passages à un sommeil plus léger et au réveil) est passé de 16 par heure de sommeil pour les personnes âgées de 30 à 54 ans, à 20 par heure de sommeil pour les personnes âgées de 61 à 70 ans⁵.

2. Signal, T.L., Gale, J., et Gander, P.H., « Sleep Measurement in Flight Crew: Comparing Actigraphic and Subjective Estimates to Polysomnography », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, novembre 2005, vol. 76(11), p. 1058 à 1063.

3. Rosekind, M.R., Graeber, R.C., Dinges, D.F., et al., (1994) *Crew Factors in Flight Operations IX: Effects of planned cockpit rest on crew performance and alertness in long haul operations*. Note technique de la NASA n° 108839, Moffett Field : Centre de recherche Ames de la NASA.

4. Mumm, J.M., Signal, T.L., Rock, P.B., et al., « Sleep at simulated 2438 m: effects on oxygenation, sleep quality, and post-sleep performance », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, août 2009, vol. 80(8), p. 691 à 697.

5. Redline, S., Kirchner, H.L., Quan, S.F., et al., « The effects of age, sex, ethnicity, and sleep-disordered breathing on sleep architecture », *Archives of Internal Medicine*, février 2004, vol. 164(4), p. 406 à 418.

On constate ces tendances liées à l'âge pour le sommeil de membres d'équipage de conduite, au sol comme en vol⁶. D'après une étude sur le sommeil des équipages qui effectuaient des vols de livraison de B-777 (de Seattle à Singapour ou Kuala Lumpur), l'âge était le facteur déterminant le plus souvent la qualité et la durée du sommeil sur une couchette. Les pilotes relativement plus âgés mettaient plus de temps à s'endormir, dormaient en général moins longtemps, et leur sommeil était plus fragmenté.

On se demande encore si ces changements liés à l'âge rendent le sommeil moins capable de rétablir la fonction de veille. Les études en laboratoire de la fragmentation du sommeil comprennent des expériences de fragmentation du sommeil qui portent généralement sur de jeunes adultes. Au poste de pilotage, l'expérience acquise (c.-à-d. les compétences de pilotage et la gestion du sommeil au cours de voyages aériens) pourrait aider à réduire les risques de fatigue potentiels liés à l'âge.

Troubles du sommeil

Il y a quantité d'autres facteurs qui peuvent nuire à la qualité du sommeil et amoindrir son effet réparateur, même quand on passe assez de temps à chercher le sommeil. Les membres d'équipage de conduite n'ayant souvent pas beaucoup de temps pour dormir, les troubles du sommeil posent un risque particulier. C'est pourquoi le cours de formation sur les FRMS (Chapitre 6) devrait comprendre des informations de base sur les troubles du sommeil et leur traitement, sur les endroits où s'adresser au besoin pour obtenir de l'aide, et sur toutes les exigences concernant la capacité de voler.

2.2.3 Les conséquences du manque de sommeil

Même pour les gens qui dorment bien, la quantité de sommeil est essentielle au rétablissement de leur fonction de veille. Un nombre croissant d'études en laboratoire concernent l'action de « rogner » d'une heure ou deux sur le sommeil nocturne et les effets de ce « rognage » (appelé **privation de sommeil**). Ces études comportent plusieurs conclusions qui sont essentielles pour un FRMS.

Les effets de la privation de sommeil s'accumulent au fil des nuits, et entraînent une diminution graduelle et quotidienne de la vigilance et des capacités fonctionnelles, parfois appelée **déficit cumulatif de sommeil**. Cet état est souvent constaté chez les membres d'équipage (voir ci-après), par exemple lorsque des périodes de repos minimales sont planifiées pour plusieurs jours d'affilée.

Plus courte est la durée de sommeil autorisée chaque nuit, plus rapide est la baisse de vigilance et de performance. Par exemple, d'après une étude en laboratoire, sept heures de sommeil pendant sept nuits d'affilée n'ont pas suffi pour empêcher le ralentissement graduel du temps de réaction⁷. La baisse était plus rapide pour un groupe de participants qui n'ont eu que cinq heures de sommeil chaque nuit, et plus rapide encore pour un troisième groupe qui n'a eu que trois heures de sommeil chaque nuit. On parle ici d'un effet **dose-dépendant** de la privation de sommeil.

La pression de sommeil se fait de plus en plus lourde au fil des jours de privation, et ses effets finissent par devenir écrasants. On commence par plonger brièvement dans un sommeil incontrôlable appelé **microsommeil**. Le cerveau se dégage de l'environnement (il cesse de traiter les informations sonores et visuelles). Dans un essai en laboratoire, cet état peut entraîner la perte d'un stimulus au cours d'un essai de performance. En voiture, on risque de manquer un virage. Des incidents semblables ont été notés au poste de pilotage au cours de la descente vers de grands aéroports⁵.

6. Signal, T.L., Gander, P.H., van den Berg, M., « Sleep in flight during long rest opportunities », *Internal Medicine Journal*, 2004, vol. 34(3), p. A38.

7. Belenky, G., Wesensten, N.J., Thorne, D.R., et al., « Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: a sleep dose-response study », *Journal of Sleep Research*, 2003, vol. 12, p. 1 à 12.

Le rétablissement complet de la fonction de veille après une privation de sommeil peut exiger **plus de deux nuits** de sommeil réparateur (soit plus longtemps que la reprise du cycle lent profond/paradoxal). En fait, la privation chronique de sommeil peut avoir, sur le cerveau, des effets pouvant affecter la vigilance et la performance plusieurs jours ou même plusieurs semaines plus tard⁸.

Pendant les premiers jours d'une privation prolongée de sommeil (p. ex. trois heures de sommeil seulement), l'envie de dormir est de plus en plus ressentie. Mais après plusieurs jours, on ne ressent plus aucune différence, même si la vigilance et la performance continuent de baisser. En d'autres termes, plus la privation se prolonge, moins on est capable d'évaluer correctement ses propres capacités fonctionnelles. On s'interroge alors sur la fiabilité des évaluations subjectives de la fatigue et de la somnolence comme mesures du niveau d'incapacité d'un membre d'équipage (voir Appendice A).

Au moins, en laboratoire, certaines personnes résistent mieux que d'autres aux effets de la privation de sommeil. Beaucoup de recherches sont en cours pour essayer de comprendre pourquoi, mais il est encore trop tôt pour appliquer ce facteur à un FRMS (p. ex. en recommandant des stratégies d'atténuation personnelles différentes pour les personnes plus ou moins affectées par la privation de sommeil).

En général, les tâches mentales plus complexes, comme la prise de décisions et la communication, seraient plus gravement touchées par le manque de sommeil que les tâches relativement plus simples. En outre, d'après les études d'imagerie cérébrale, les régions du cerveau associées à des tâches mentales plus complexes seraient plus affectées par la privation de sommeil, et auraient le plus grand besoin de sommeil pour recouvrer leur fonction normale.

Les études en laboratoire sur la privation de sommeil sont actuellement la principale source d'informations sur le sujet, mais ces études comportent des limitations évidentes. Les conséquences d'une vigilance réduite et d'une piètre performance sont très différentes en laboratoire de celles qui touchent des membres d'équipage en service. En général, les études en laboratoire considèrent les effets nocturnes de la privation de sommeil sur des participants qui dorment dans une chambre calme et sombre. La conception actuelle de cet état serait donc fondée sur le « meilleur scénario ». Il faut poursuivre les recherches sur les effets de la privation de sommeil pendant le jour, et sur la combinaison d'un sommeil restreint avec un sommeil de piètre qualité. En outre, les études en laboratoire sont axées sur les performances individuelles, et non pas sur celles d'un groupe de personnes formant un équipage.

Une simulation portant sur 67 équipages expérimentés de B747-400 a démontré que le manque de sommeil accroît le nombre total d'erreurs commises par l'équipage⁹. L'étude était conçue de telle sorte que le commandant de bord était toujours le pilote aux commandes. Paradoxalement, un manque accru de sommeil parmi les copilotes a permis d'améliorer le taux de détection d'erreurs. D'un autre côté, un manque accru de sommeil parmi les pilotes commandants de bord a augmenté la probabilité d'échec pour ce qui est de corriger les erreurs détectées. On a aussi associé ce manque accru aux changements apportés à la prise de décisions, y compris une tendance à choisir les options à moindre risque, qui faciliterait l'atténuation des risques de fatigue potentiels. Les études sur simulateur comme celle-ci coûtent cher et sont difficiles à bien mener correctement du point de vue logistique. Cependant, elles fournissent des informations essentielles sur les liens entre le sommeil des membres d'équipage et les risques de fatigue opérationnels.

Privation de sommeil au cours d'opérations aériennes

L'idée de **privation de sommeil** suppose une quantité de sommeil optimale qu'il faut obtenir chaque nuit. Le concept de **besoin individuel de sommeil** fait l'objet de grands débats dans ce domaine de recherche. Une façon de quantifier la privation de sommeil en évitant ce problème est d'examiner la quantité de sommeil qu'obtiennent les membres d'équipage lorsqu'ils sont chez eux entre deux voyages, et de comparer cette quantité avec celle qu'ils obtiennent au cours de leurs voyages.

8. Rupp, T.L., Wesensten, N.J., Bliese, P.D., et al., « Banking sleep: realization of benefits during subsequent sleep restriction and recovery », *Sleep*, 2009, vol. 32 (3), p. 311 à 321.

9. Thomas, M.J.W., Petrilli, R.M., Lamond, N.A., et al., Australian Long-haul Fatigue Study. Dans : *Enhancing Safety Worldwide: Proceedings of the 59th Annual International Air Safety Seminar*. Alexandria, États-Unis, Flight Safety Foundation, 2006.

Le Tableau 2-1 résume les données sur la privation de sommeil recueillies au cours de plusieurs opérations aériennes surveillées, dans les années 1980¹⁰, par le Programme de recherche de la NASA sur la fatigue. Au cours de ces études, des membres d'équipage ont rédigé des journaux de leurs périodes de sommeil et de service, avant, pendant et après un voyage commercial. Pour chaque membre d'équipage, la durée moyenne de sommeil obtenue par 24 heures chez lui, avant le vol, était comparée avec la durée moyenne de sommeil par 24 heures obtenue au cours du voyage d'étude. Pendant des transports de fret de nuit et des voyages long-courriers, des membres d'équipage avaient souvent des sommeils fractionnés (deux ou plusieurs périodes de sommeil en 24 heures).

La planification d'horaires a sûrement changé ces études. Il se peut donc que les données du Tableau 2-1 s'écartent souvent de la conjoncture actuelle. Elles montrent cependant que la privation de sommeil est très courante pendant divers types d'opérations aériennes.

Les études en laboratoire et les recherches épidémiologiques qui consistent à scruter le sommeil et la santé d'un grand nombre de personnes au fil du temps mentionnent un nombre croissant de faits selon lesquels le sommeil court chronique peut, à la longue, nuire à la santé. D'après ces recherches, les petits dormeurs risquent de devenir obèses, d'être sujets au diabète de type 2, et de contracter une maladie cardiovasculaire. On n'a pas fini de discuter si le sommeil court habituel contribue réellement à ces problèmes de santé, ou s'il ne fait que les accompagner. En outre, les membres d'équipage de conduite, en tant que groupe, jouissent d'une santé exceptionnelle par rapport à l'ensemble de la population. Un fait est clair : la bonne santé ne dépend pas seulement d'un bon régime et d'exercices fréquents ; elle exige aussi un sommeil suffisant et régulier. Une chose est certaine : le sommeil n'est pas une denrée négociable.

Tableau 2-1. Privation de sommeil au cours d'opérations aériennes commerciales

	Court-courrier	Fret de nuit	Long-courrier
Membres d'équipage pour lesquels la privation de sommeil est en moyenne d'au moins 1 heure par jour de voyage	67 %	54 %	43 %
Membres d'équipage pour lesquels la privation de sommeil est en moyenne d'au moins 2 heures par jour de voyage	30 %	29 %	21 %
Durée du voyage	3-4 jours	8 jours	4-9 jours
Nombre de fuseaux horaires traversés par jour	0-1	0-1	0-8
Nombre de membres d'équipages étudiés	44	34	28

Note.— Les transports de fret de nuit comportaient une pause d'une à deux nuits dans la séquence des services de nuit. Le fractionnement des voyages long-courriers en jours de 24 heures est assez arbitraire, car la journée de service moyenne durait 10,2 heures et que la durée moyenne de l'escale était de 24,3 heures.

10. Gander, P.H., Rosekind, M.R., et Gregory, K.B., « Flight crew fatigue VI: an integrated overview », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, vol. 69, p. B49 à B60.

Note opérationnelle

Stratégies d'atténuation pour mieux gérer le déficit de sommeil

La privation de sommeil est un fait constaté au cours de plusieurs types d'opérations aériennes. Ses effets étant cumulatifs, les horaires doivent pouvoir offrir régulièrement des possibilités de récupération. Celles-ci doivent être d'autant plus fréquentes que la privation est plus grande, à cause du cumul de fatigue plus rapide.

Au moins deux nuits consécutives de sommeil ininterrompu sont normalement recommandées pour créer une occasion de récupération. D'après plusieurs études récentes en laboratoire sur la privation de sommeil, ces deux nuits sont probablement insuffisantes pour ramener les membres d'équipage au meilleur de leur capacité. Il s'avère que les fonctions cérébrales soumises à cette privation peuvent retrouver leur stabilité, à un niveau inférieur, pendant de longues périodes (plusieurs jours ou plusieurs semaines).

C'est notamment au cours d'opérations irrégulières que les procédures autorisant un membre d'équipage à continuer de dormir jusqu'à ce qu'on ait besoin de lui peuvent réduire le taux d'accumulation du déficit de sommeil. Par exemple, si un avion doit être prêt à 7 h 30, compte tenu du temps de réparation, et qu'il ne le sera qu'à 11 h 30, on aurait intérêt à invoquer une procédure fiable qui permet au membre d'équipage de continuer de dormir. Il existe une compagnie aérienne dont l'exploitant demande à l'hôtel du lieu d'escale de glisser un message sous la porte du membre d'équipage pour l'informer que l'heure de se présenter au service est retardée. L'hôtel fait alors un appel de réveil à cette personne une heure avant le moment où on viendra la chercher.

2.3 INTRODUCTION AUX RYTHMES CIRCADIENS

Dormir la nuit n'est pas simplement une convention sociale. C'est une habitude programmée dans le cerveau par l'horloge biologique circadienne : une ancienne structure interne qui permet de s'adapter à la vie sur notre planète qui fait un tour sur elle-même en 24 heures. Même des types très anciens d'organismes vivants présentent un phénomène équivalent, prouvant ainsi que les horloges biologiques circadiennes existent depuis plusieurs milliards d'années.

Les horloges circadiennes se distinguent par leur sensibilité à la lumière. L'horloge circadienne humaine surveille l'intensité de la lumière à travers un réseau cellulaire spécial situé dans la rétine de l'œil (cette voie d'entrée spéciale de la lumière dans l'horloge circadienne ne participe pas à la vision). L'horloge proprement dite se trouve dans un amas cellulaire assez petit (les neurones) qui est situé dans une zone profonde du cerveau (dans le noyau suprachiasmatique [SCN] de l'hypothalamus). Les cellules qui composent l'horloge sont foncièrement rythmiques : elles génèrent des signaux électriques plus rapides le jour que la nuit. Elles tendent cependant à produire un cycle complet un peu lent. Pour la plupart des gens, le « jour biologique » créé par cette horloge est d'un peu plus de 24 heures. Cette sensibilité à la lumière permet à l'horloge de rester en phase avec le cycle jour-nuit, mais elle crée aussi des difficultés pour les membres d'équipage dont le temps de sommeil est déphasé par rapport au cycle jour-nuit (p. ex. dans les transports de fret intérieurs de nuit), ou pour ceux qui doivent traverser des fuseaux horaires et subir des fluctuations soudaines du cycle jour-nuit.

2.3.1 Exemples de rythme circadien

Il est impossible de mesurer directement l'activité électrique de l'horloge biologique circadienne de l'être humain. Cependant, presque toutes nos fonctions biologiques (physiques ou mentales) traversent des cycles quotidiens influencés par cette horloge. Or, mesurer des rythmes patents — physiologiques et comportementaux — équivaut à regarder les aiguilles d'une montre-bracelet analogique. Les aiguilles tournent autour du cadran sous le contrôle du mécanisme de chronométrage de la montre, mais sans faire partie du mécanisme proprement dit. De même, la plupart des rythmes circadiens mesurables, comme ceux de la température corporelle ou de la fatigue autoévaluée, sont imposés par l'horloge biologique circadienne, mais ne font pas partie du mécanisme de chronométrage biologique.

La Figure 2-2 montre un exemple de rythme circadien dans la température corporelle et la fatigue autoévaluée d'un membre d'équipage de vols court-courriers. Cet employé de 46 ans a été surveillé avant, pendant et après une rotation de vol de trois jours sur la côte Est des États-Unis (toujours dans le même fuseau horaire)¹¹. Sa température corporelle était constamment surveillée, et il tenait un journal de ses périodes de sommeil et de service, où il notait ses temps de sommeil et ses évaluations de leur qualité. Il évaluait aussi l'intensité de sa fatigue toutes les deux heures pendant qu'il était éveillé (sur une échelle allant de 0 = vigilance maximale à 100 = somnolence maximale).

La température corporelle varie normalement d'environ 1 °C sur les 24 heures de la journée. Notons que cette température commence à s'élever chaque matin *avant* le réveil du membre d'équipage. En fait, le corps commence à se préparer pour répondre à l'accroissement des besoins d'énergie en prévision d'une plus grande activité physique. (Si la température corporelle ne commençait à s'élever qu'au début de l'activité physique suivant le sommeil, on aurait beaucoup plus de mal à se lever le matin.)

À propos de sa fatigue autoévaluée, ce membre d'équipage ne se sentait pas au meilleur de sa forme au tout début de la matinée. Il se sentait un peu moins fatigué entre deux à quatre heures environ après son réveil. Ensuite, sa fatigue augmentait constamment pendant le reste de la journée. La ligne en pointillé qui traverse la période de sommeil indique qu'on ne lui a pas demandé de se réveiller toutes les deux heures pour évaluer sa fatigue pendant tout ce temps.

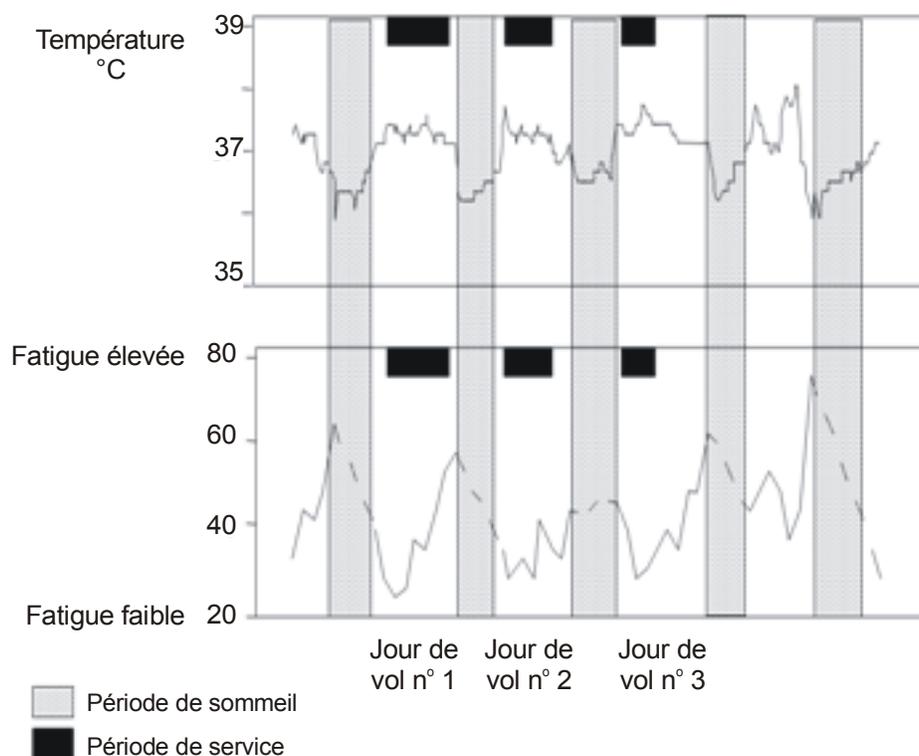


Figure 2-2. Rythmes circadiens d'un pilote de vol court-courrier

11. Gander, P.H., Graeber, R.C., Foushee, H.C., Lauber, J.K., Connell, L.J., *Crew Factors in Flight Operations II: Psychophysiological Responses to Short-Haul Air Transport Operations*, 1994, Note technique de la NASA n° 108856. Moffett Field : Centre de recherche AMES de la NASA.

La température corporelle est souvent utilisée comme rythme marqueur pour suivre de près le cycle de l'horloge biologique circadienne, car elle est relativement stable et facile à surveiller. Cependant, aucun rythme mesurable n'est un marqueur parfait du cycle de l'horloge biologique circadienne. Par exemple, les changements du niveau d'activité physique contribuent aussi à modifier la température corporelle, ce qui explique les crêtes et les creux de faible ampleur marqués par la courbe de température de la Figure 2-2.

La température quotidienne minimale du corps correspond au moment du cycle de l'horloge biologique circadienne où l'on est généralement plus somnolent et le moins capable d'exécuter des tâches mentales et physiques. Ce moment est parfois appelé **phase basse du cycle circadien (WOCL)**.

2.3.2 L'horloge biologique circadienne et le sommeil

Comme le mentionne le § 2.2, l'horloge biologique circadienne influe sur le sommeil de nombreuses façons. (Elle présente des connexions avec des centres cérébraux qui favorisent l'éveil, avec des centres d'opposition qui favorisent le sommeil et avec le système qui contrôle le sommeil paradoxal.) La Figure 2-3 résume les effets de l'horloge circadienne sur le sommeil. Elle s'appuie sur les données recueillies par 18 pilotes de transport de fret de nuit pendant leurs journées libres, c'est-à-dire pendant qu'ils dormaient la nuit¹². Comme pour le membre d'équipage de la Figure 2-2, leur température corporelle était constamment surveillée et, comme lui, ils tenaient des journaux de leurs temps de sommeil et de service.

Le rythme de leur température corporelle est résumé par une courbe simple (pleine). Le moment quotidien de la température minimale (illustré par le point noir) est la moyenne observée pour tous les membres d'équipage. Cette moyenne sert de référence pour expliquer les autres rythmes. Notons que les changements de température ne sont pas la cause des autres rythmes. Le rythme de la température corporelle est « lu » comme la position des aiguilles d'une montre-bracelet analogique, ou comme une façon d'observer le cycle sous-jacent de l'horloge biologique circadienne.

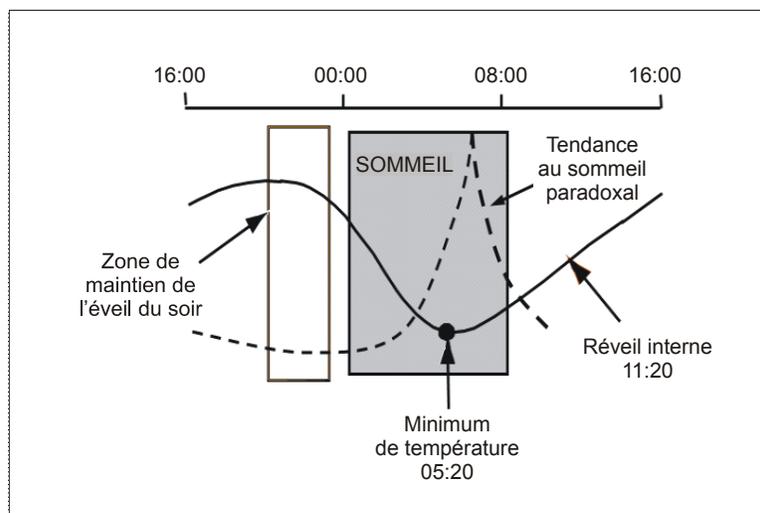


Figure 2-3. Schéma des influences de l'horloge biologique circadienne sur le sommeil nocturne

12. Gander, P.H., Rosekind, M.R., et Gregory, K.B., « Flight crew fatigue VI: an integrated overview », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, vol. 69, p. B49 à B60.

La Figure 2-3 résume les caractéristiques suivantes du sommeil nocturne (lorsque les membres d'équipage sont parfaitement adaptés au fuseau horaire local).

- Le sommeil commence normalement environ cinq heures avant le moment où la température du corps est minimale.
- Le réveil a lieu normalement environ trois heures après le moment où la température corporelle est minimale.
- Le sommeil paradoxal (REM) est le type de sommeil qui survient le plus rapidement, et ce sommeil est le plus long et le plus profond dès que la courbe de température corporelle passe par son minimum. Ce moment est parfois appelé la crête du **rythme circadien de propension au sommeil paradoxal** (la courbe en pointillé de la Figure 2-3).
- Selon divers protocoles de laboratoire, il est pratiquement impossible de s'endormir entre six à huit heures avant que la température corporelle ne devienne minimale. C'est ce qu'on appelle actuellement la **zone de maintien de veille en soirée**.
- Toujours d'après les études en laboratoire, lorsque la température du corps commence à monter, la pression de réveil est de plus en plus forte. Cette pression devient maximale environ six heures après le minimum de la température circadienne. On parle alors parfois d'une **horloge d'alerte interne**, car il est très difficile de s'endormir ou de rester éveillé pendant cette partie du cycle de l'horloge biologique circadienne.

L'interaction entre la pression homéostatique de sommeil et la variation circadienne de la somnolence régie par l'horloge biologique amène deux crêtes de somnolence en l'espace de 24 heures :

- une crête aux petites heures du matin, appelée la **phase basse du cycle circadien (WOCL)**, qui apparaît entre 3 h et 5 h environ pour la plupart des gens ;
- une crête au début de l'après-midi, parfois appelée la **phase de sieste en après-midi** (entre 15 h et 17 h environ pour la plupart des gens). Un sommeil restreint la nuit ou un sommeil troublé rend plus difficile de rester éveillé pendant la phase suivante de sieste en après-midi.

Le moment précis des deux crêtes de somnolence est différent selon qu'il s'agit de personnes du **type matinal** (dont les rythmes circadiens et les temps de sommeil privilégiés apparaissent plus tôt que pour la moyenne des gens) et de personnes du **type vespéral** (dont les rythmes circadiens et les temps de sommeil privilégiés apparaissent plus tard que pour la moyenne des gens). La plupart des gens deviennent plutôt du type vespéral à l'adolescence, et du type matinal à l'âge adulte. Cette transformation graduelle est documentée pour des membres d'équipage de conduite âgés de 20 à 60 ans.

Les effets combinés de la pression homéostatique de sommeil et de l'horloge biologique circadienne peuvent être considérés comme définissant des « phases » lorsque le sommeil est favorisé (les crêtes de somnolence des petites heures du matin et du début de l'après-midi). On peut aussi parler de « phases » lorsque le sommeil est empêché (le moment de l'horloge d'alerte interne qui correspond à la fin de la matinée, et la zone de maintien de veille en soirée).

Note opérationnelle

L'horloge biologique circadienne, le sommeil et le FRMS

- La température quotidienne minimale du corps correspond au moment du cycle biologique circadien où la somnolence est ressentie par la plupart des gens, et où les tâches mentales et physiques sont les plus pénibles. C'est ce qu'on appelle parfois la phase basse du cycle circadien (WOCL). Ce moment est particulièrement sujet aux risques d'erreur causés par la fatigue. Dans les enquêtes sur les incidents liés au FRMS, il est essentiel d'évaluer le moment où les erreurs surviennent par rapport au moment où la WOCL devrait apparaître.

- La WOCL peut survenir en vol au cours de services aériens intérieurs, de vols long-courriers ou très-long-courriers, lorsque le cycle service-repos est déphasé par rapport aux cycles circadiens de membres d'équipage.
- La zone de maintien de veille en soirée apparaît au cours des quelques heures qui précèdent l'heure habituelle du coucher. C'est une des causes pour lesquelles il est très difficile de s'endormir de bonne heure dans la soirée qui précède le moment de se présenter au travail. Il y a là, comme on l'a reconnu, un risque de sommeil restreint et de fatigue accrue pour les vols court-courriers qui exigent de se lever tôt.
- La pression d'éveil croissante qui accompagne la hausse de la température corporelle le matin rend difficile de s'endormir ou de rester endormi vers la fin de la matinée ou au début de l'après-midi. Ce facteur est considéré comme un risque de sommeil restreint ou de fatigue accrue au cours des transports de fret de nuit. Ce risque oblige les membres d'équipage à retarder jusqu'au matin leur période de sommeil principale.
- L'horloge d'alerte interne et la zone de maintien de veille en soirée peuvent aussi troubler le sommeil en vol et le sommeil d'escale de membres d'équipage desservant des vols long-courriers et très-long-courriers, lorsque le cycle service-repos est déphasé par rapport aux cycles circadiens de leur horloge biologique.

2.3.3 La sensibilité de l'horloge biologique circadienne à la lumière

Le début de ce chapitre explique brièvement comment l'horloge biologique circadienne détecte l'intensité lumineuse de l'environnement. L'horloge peut ainsi rester en phase avec le cycle jour-nuit, bien qu'elle ait tendance à générer un « jour biologique » d'un peu plus de 24 heures.

L'effet de la lumière sur l'horloge circadienne change selon le moment où l'exposition à la lumière a lieu dans le cycle de l'horloge. Ainsi, pour un membre d'équipage adapté au fuseau horaire local et qui dort la nuit :

- l'exposition à la lumière dans la matinée (après le moment de la température minimale) accélère temporairement l'horloge circadienne, causant ainsi une avance de phase (qui équivaut à traverser des fuseaux horaires en direction de l'est) ;
- l'exposition à la lumière au milieu de la journée a très peu d'effet ;
- l'exposition à la lumière dans la soirée (avant le moment de la température minimale) ralentit temporairement l'horloge circadienne, causant ainsi un retard de phase (qui équivaut à traverser des fuseaux horaires en direction de l'ouest).

Une lumière vive entraîne de plus grandes variations de l'horloge circadienne qu'une lumière faible, et l'horloge est particulièrement sensible à la lumière bleue.

En principe, il s'ensuit que l'exposition normale à la lumière, chaque matin à la même heure, accélère un cycle circadien de 24,5 heures juste assez pour le synchroniser sur exactement 24 heures. En pratique, rester en phase avec le cycle jour-nuit est plus complexe. Dans nos sociétés industrialisées, notre exposition à la lumière, notamment à la lumière extérieure vive, est très aléatoire. En outre, l'horloge biologique circadienne est sensible à d'autres repères temporels liés à l'environnement, notamment aux repères sociaux. On peut aussi faire reculer ou avancer cette horloge, dans son cycle, par une activité physique intermittente.

L'horloge circadienne est capable de « se verrouiller » sur le cycle jour-nuit de 24 heures. C'est l'un de ses principaux avantages pour la plupart des espèces, car cela leur permet de prendre un caractère diurne ou nocturne, selon leur besoin, pour augmenter leurs chances de survie. Mais cette propriété est devenue un inconvénient dans notre société de 24 heures, car elle amène l'horloge biologique humaine à refuser l'adaptation à tout régime différent du sommeil nocturne.

2.3.4 Le travail posté

Du point de vue de la physiologie humaine, le travail posté peut être défini ainsi : toute tâche exigeant d'un membre d'équipage qu'il reste éveillé dans la période du cycle circadien où il devrait normalement dormir.

Plus le temps de sommeil s'écarte de la partie optimale du cycle circadien, plus les membres d'équipage ont du mal à trouver le sommeil nécessaire (c.-à-d. plus ils risquent d'éprouver la privation de sommeil). Par exemple, les membres d'équipage desservant des transports de fret de nuit intérieurs sont normalement de service pendant presque tout le temps de sommeil optimal de l'horloge circadienne. C'est ainsi parce que l'horloge est « verrouillée » sur le cycle jour-nuit, et qu'elle ne change pas d'orientation pour favoriser le sommeil diurne pendant les vols de nuit.

La Figure 2-4 résume ce qu'il est advenu de l'horloge circadienne et du sommeil lorsque les membres d'équipage du transport de fret de nuit (Figure 2-3) volaient la nuit et essayaient de dormir le matin. (Rappelons-nous que leur température corporelle était constamment surveillée pendant les voyages qui duraient huit jours, et qu'ils tenaient des journaux de leurs temps de sommeil et de service.)

Le rythme de la température corporelle est résumé par une courbe simple (continue). Retournons à la Figure 2-3 : lorsque ces membres d'équipage n'étaient pas de service et qu'ils dormaient la nuit, le moment moyen de la température minimale tombait à 5 h 20. D'après la Figure 2-4, lorsqu'ils travaillaient toute la nuit, ce moment moyen est passé à 8 h 8 (soit un retard de 2 heures 48 minutes). Ce fait confirme que l'horloge circadienne ne s'est pas complètement adaptée au service de nuit (cette adaptation aurait exigé un décalage d'environ 12 heures).

N'étant pas complètement adaptés à l'horloge circadienne, des membres d'équipage ont dû dormir au cours d'une autre partie du cycle de l'horloge après leur service de nuit.

Chez eux, avant le voyage (Figure 2-3), ils se sont couchés environ cinq heures avant le moment de leur température corporelle minimale, et se sont réveillés environ trois heures après ce moment.

Après leur service de nuit (Figure 2-4), ils se sont couchés au moment où leur température était proche du minimum circadien, et se sont réveillés environ six heures après. Le moment moyen de leur réveil après leurs périodes de sommeil matinal était 14 h 13. L'heure prédite de l'**horloge d'alerte interne** (six heures après le moment de la température minimale) était 14 h 8. On ne leur a pas demandé ce qui les a réveillés, mais ils se sont eux-mêmes jugés mal reposés après ces épisodes de sommeil matinal restreint.

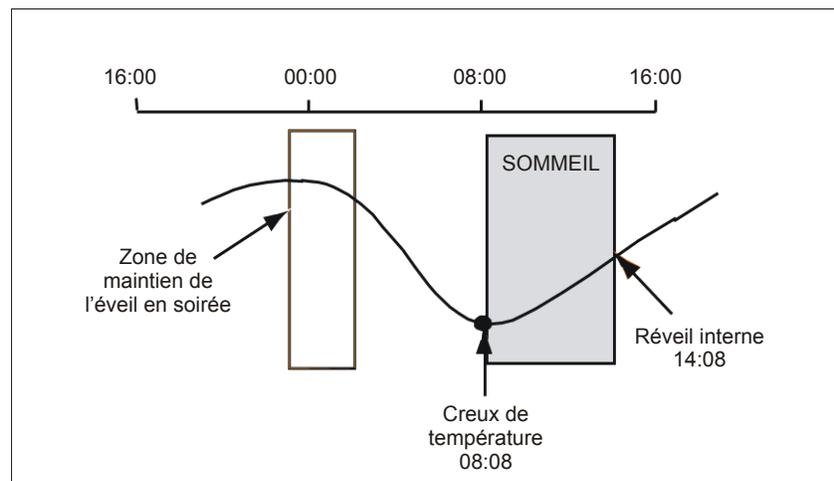


Figure 2-4. L'horloge biologique circadienne et le sommeil après le service de nuit

Autre conséquence de cette adaptation incomplète de l'horloge circadienne au service de nuit : ce personnel desservait souvent le dernier vol de la nuit dans la WOCL. On s'attendait alors à le voir somnolent et redoubler d'effort pour maintenir son niveau de performance. On n'a constaté aucun incident lié à la fatigue au cours de ces vols (tous les équipages étaient accompagnés d'un observateur du poste de pilotage). Cependant, tous les vols étaient des vols de routine, c'est-à-dire qu'aucune opération n'était prévue pour tester leur capacité de réagir à des situations inhabituelles.

Note opérationnelle

Stratégies d'atténuation pour le service de nuit

- Le service de nuit oblige des membres d'équipage à dormir plus tard que l'heure normale d'après leur cycle circadien. Ils ont donc un temps de sommeil limité avant d'être réveillés par leur horloge circadienne. Par conséquent, il leur faut donc se coucher le plus tôt possible après leur service.
- Le fait d'être libre plus tôt donne plus de temps pour dormir le matin, avant que l'horloge circadienne ne rende le sommeil difficile aux membres d'équipage.
- Un somme avant de prendre son service favorise le maintien du niveau de vigilance et de performance jusqu'à la fin de la nuit.
- Un somme au cours de la période de service (p. ex. au sol pendant le chargement et le déchargement de l'avion) contribue à maintenir le niveau de vigilance et de performance jusqu'à la fin de la nuit. La possibilité de faire un somme devrait être limitée à 40 ou 45 minutes, auxquelles pourront s'ajouter entre 10 et 15 minutes pour assurer (au besoin) la dissipation de l'inertie du sommeil.
- Dans certaines opérations aériennes, il est parfois possible de prévoir la possibilité d'un plus long sommeil nocturne. Par exemple, pendant le chargement ou le déchargement de marchandises, ou pendant les périodes de service continu de nuit jusqu'au lendemain. La fourniture d'une chambre à coucher à l'extérieur de l'avion et d'un laps de temps réservé au sommeil permettrait de prolonger la durée de sommeil offerte aux membres d'équipage. Là encore, 10 ou 15 minutes de plus devraient être accordées pour assurer au besoin la dissipation de l'inertie du sommeil.

2.3.5 Le décalage horaire

La traversée aérienne de plusieurs fuseaux horaires expose l'horloge circadienne à de brusques décalages du cycle jour-nuit. Du fait de sa sensibilité à la lumière, et (dans une moindre mesure) aux repères sociaux temporels, l'horloge finit pas s'adapter à un nouveau fuseau horaire. Les études menées avec des participants traités comme des passagers ont permis de pointer un certain nombre de facteurs qui influent sur le taux d'adaptation d'un nouveau fuseau horaire. Voici quels sont ces facteurs :

- Le nombre de fuseaux horaires traversés — l'adaptation prend généralement plus de temps lorsqu'un plus grand nombre de fuseaux horaires sont traversés.
- La direction du vol — l'adaptation est normalement plus rapide après un voyage vers l'ouest qu'après un voyage vers l'est à travers le même nombre de fuseaux horaires.

Ces facteurs reflètent probablement le fait que la plupart des gens ont une horloge circadienne dont le cycle naturel est un peu plus long que 24 heures, ce qui facilite la prolongation de son cycle pour qu'elle s'adapte à un décalage vers l'ouest (retard de phase).

Après des vols vers l'est à travers au moins six fuseaux horaires, il arrive que l'horloge circadienne s'adapte en se décalant dans la direction opposée, par exemple en se déplaçant de 18 fuseaux horaires vers l'ouest au lieu de six fuseaux vers l'est. Dans ce cas, certains rythmes sont décalés vers l'est et d'autres vers l'ouest (c'est ce qu'on appelle l'ajustement par partition), et l'adaptation peut alors être particulièrement lente.

Les rythmes propres à diverses fonctions peuvent s'adapter à des taux différents, selon la portée de l'influence exercée par l'horloge circadienne.

Ainsi, au cours de l'adaptation au nouveau fuseau horaire, les rythmes propres à diverses fonctions corporelles peuvent subir une perturbation de leurs rapports réciproques habituels.

L'adaptation est plus rapide lorsque l'horloge circadienne est plus exposée aux repères temporels qu'elle ne doit l'être pour se verrouiller sur le nouveau fuseau horaire. Ce facteur est en rapport avec l'importance accordée au régime qui gouverne notamment le sommeil et les repas dans le nouveau fuseau horaire, ainsi qu'avec le temps passé à l'extérieur dans les premiers jours.

Commencer un voyage avec un déficit de sommeil semble accroître la durée et la gravité des symptômes du décalage horaire.

Au cours de la période d'adaptation au nouveau fuseau horaire, les symptômes courants comprennent la volonté de manger et de dormir à des heures inhabituelles, les problèmes digestifs, la baisse de qualité dans l'exécution des tâches physiques et mentales, et les sautes d'humeur.

La situation des équipages de conduite des vols long-courriers et très-long-courriers diffère de celle du passager qui compte passer assez de temps là où il va pour bien s'adapter à l'heure locale. En principe, les escales précédant chaque destination ne durent qu'un ou deux jours. Après quoi, les membres d'équipage sont priés de desservir un vol de retour ou des vols supplémentaires dans la région de destination, et de faire ensuite un ou plusieurs vols de retour vers leur ville de résidence. De ce fait, l'horloge circadienne n'a pas le temps de s'adapter à tel ou tel fuseau horaire du lieu de destination. En outre, une longue journée de service suivie d'escales d'un ou deux jours donne un cycle service-repos différent du régime normal de 24 heures. L'horloge circadienne ne peut donc pas se verrouiller sur le cycle service-repos.

Les études sur le suivi de l'horloge circadienne pour les vols commerciaux long-courriers sont peu nombreuses, et aucune ne traite des vols très-long-courriers. La Figure 2-5 présente les données d'une étude de la NASA qui date des années 1980, et porte sur 200 ou 300 vols d'un B-747 (desservi par des équipages de trois personnes : un commandant de bord, un copilote et un ingénieur des vols)¹³. Certains exploitants gèrent encore ce type de structure, mais avec un pilote de plus et sans ingénieur. La température corporelle des participants était constamment surveillée. Ils tenaient des journaux de leurs temps de sommeil et de service avant, pendant et après ce voyage. Celui-ci comprenait quatre vols transpacifiques et un voyage aller-retour à l'intérieur de l'Asie (NRT-SIN-NRT). Les points figurant sur le graphique indiquent le moment de la température minimale (dont la moyenne est calculée pour six membres d'équipage par jour).

13. Gander, P.H., Gregory, K.B., Miller, D.L., Rosekind, M.R., Connell, L.J., et Graeber, R.C., « Flight crew fatigue V: long-haul air transport operations », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, vol. 69, p. B37 à B48.

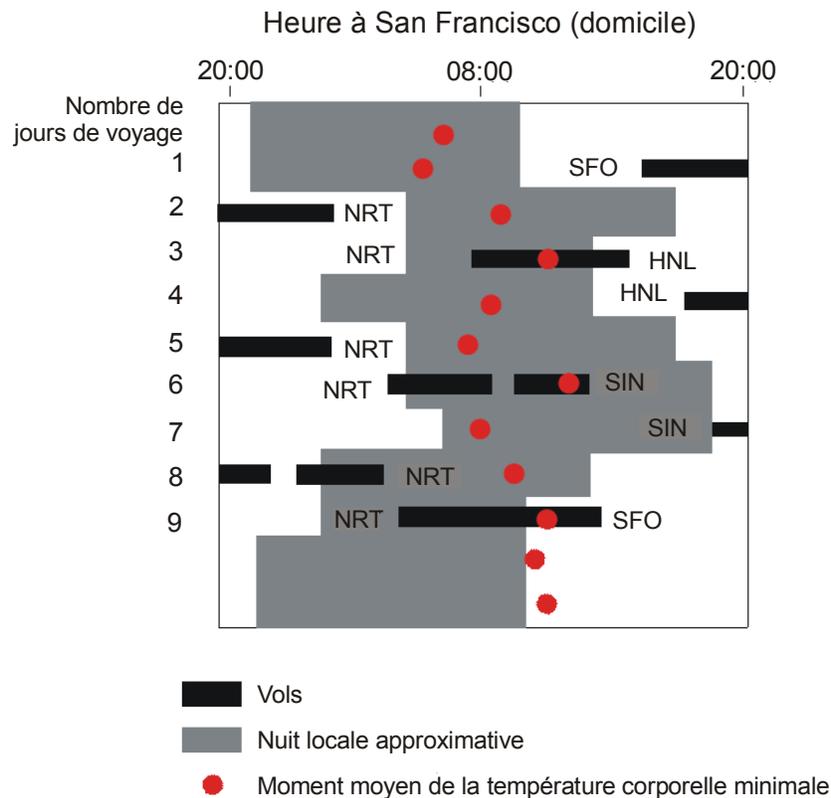


Figure 2-5. Étude de suivi de l'horloge biologique circadienne pour de nombreux vols transpacifiques

Vers la fin de ce régime de vol, la température minimale avait retardé d'environ 4,5 heures, ce qui donnait un taux de décalage moyen d'environ 30 minutes par 24 heures (soit une durée moyenne du cycle circadien égale à environ 24,5 heures). Le décalage serait dû au fait que l'horloge n'avait pas de repères temporels de 24 heures pour s'y verrouiller. En effet, le cycle de service-repos était différent de la journée normale de 24 heures, et chaque escale se trouvait dans un fuseau horaire différent.

L'une des conséquences était que la température minimale (correspondant à la **WOCL**) apparaissait parfois au cours d'un vol. C'est arrivé, par exemple, sur le dernier vol de NRT à SFO. Les membres d'équipage étaient alors, probablement, somnolents et devaient donc faire plus d'efforts pour maintenir leur niveau de performance. C'était le moment idéal pour faire un somme pendant le vol (les membres d'équipage n'en avaient pas la possibilité au cours de ce voyage).

Autre conséquence : lorsque les membres d'équipage sont revenus chez eux, leur horloge circadienne présentait, en moyenne, un retard de 4,5 heures par rapport à l'heure locale, et il leur a fallu plusieurs jours pour se réadapter.

Régimes de sommeil pendant les escales de voyages long-courriers et très-long-courriers

Les membres d'équipage de vols long-courriers et très-long-courriers (ULR) restent rarement assez longtemps dans le fuseau horaire d'une quelconque destination pour s'adapter à l'heure locale, d'où certains effets sur leur sommeil pendant l'escale. Il leur arrive souvent de fractionner leur temps de sommeil, par exemple : une période de sommeil pendant la nuit locale, et une autre correspondant à la nuit locale dans le fuseau horaire de leur résidence, qui empiète sur la partie préférée du cycle circadien prévue pour le sommeil (au moins pendant la première période de 24 à 48 heures dans un nouveau fuseau horaire).

Autre facteur influant sur le sommeil à l'escale, notamment pour les équipages non renforcés qui n'ont pas l'occasion de dormir en vol : les jours de service de vol long-courrier sont souvent associés à des périodes de veille prolongées. Par exemple, dans une série de voyages long-courriers étudiés par le Programme d'études sur la fatigue parrainé par la NASA, la période de veille moyenne associée à un jour de service était de 20,6 heures (la durée moyenne d'une période de service était de 9,8 heures)¹³. Au cours de ces longues périodes de veille, la **pression homéostatique de sommeil** s'accumule au point que les membres d'équipage ont tendance à s'endormir, au moins pendant un court moment, peu après leur arrivée à l'hôtel de l'escale du lieu de destination. Cette conduite est fréquente, par exemple après des vols de nuit vers l'est qui traversent de nombreux fuseaux horaires. On dort quelque temps peu après l'arrivée, au cours de l'après-midi locale, et la période de sommeil principal a lieu au cours de la nuit locale.

Le cours de formation au FRMS prévu pour les membres d'équipage de vols long-courriers et ULR doit comprendre une discussion des effets des vols transmériidiens sur l'horloge circadienne et le sommeil. L'une des façons de simplifier ce matériel est de formuler des lignes directrices précises pour le sommeil et pour l'application de stratégies d'atténuation personnelles de la fatigue sur divers parcours.

Note opérationnelle

Effets de divers types de régimes de voyage long-courrier sur l'horloge biologique circadienne

Les études sur le suivi de l'horloge circadienne pour les voyages long-courriers sont assez peu nombreuses, et beaucoup datent de plus de 20 ans. D'après les études disponibles, les divers types de voyage influent différemment sur l'horloge circadienne.

- Les séquences de vols enchaînés transmériidiens (séparés par des escales de 24 heures) qui restent longtemps éloignés du fuseau horaire de résidence (p. ex. le régime illustré par la Figure 2-5) tendent à décaler l'horloge circadienne de son cycle naturel, qui dure normalement un peu plus de 24 heures. C'est probablement parce que ces voyages ne comportent pas de régime régulier de 24 heures sur lequel l'horloge peut se synchroniser. Lorsqu'ils reviennent dans le fuseau horaire de leur résidence, les membres d'équipage ont besoin de quelques jours de plus pour se réadapter à l'heure locale.
- Les séquences de vols enchaînés transmériidiens (séparés par des escales de 24 heures) qui reviennent au fuseau horaire de leur résidence semblent permettre à l'horloge circadienne de rester synchronisée sur le fuseau horaire de résidence. Par exemple, un régime de voyage étudié par le Programme d'études sur la fatigue parrainé par la NASA comportait trois vols de retour enchaînés entre la côte Ouest des États-Unis et Londres (un total de six vols) avec des escales de 24 heures entre chaque vol. Le retour au fuseau horaire de résidence à chaque deuxième escale semble avoir permis de maintenir l'horloge circadienne des membres d'équipage (surveillée par le rythme de la température corporelle) en synchronisme avec l'heure de la côte Ouest. Résultat : les membres d'équipage ont joui d'un assez bon sommeil sur la côte Ouest, et n'ont pas eu besoin de jours supplémentaires pour se réadapter à l'heure de la côte Ouest à la fin du voyage.
- D'après certains faits, lorsque des membres d'équipage restent plus longtemps dans la région de destination, par exemple pour desservir des vols locaux pendant plusieurs jours en traversant un minimum de fuseaux horaires avant le vol de retour long-courrier vers leur lieu de résidence, leur horloge circadienne commence à s'adapter au fuseau horaire de destination. Leur sommeil à l'escale peut alors s'améliorer. D'autre part, lorsqu'ils sont de retour dans le fuseau horaire de leur résidence, il leur faut quelques jours de plus pour se réadapter à l'heure locale.

La rareté des données sur l'évolution de l'horloge circadienne à travers différents régimes de voyage long-courrier explique pourquoi la plupart des modèles biomathématiques actuels n'offrent pas d'approche validée pour simuler les réactions de l'horloge circadienne à travers les séquences de vols transmériidiens (voir Chapitre 4).

2.4 RÉSUMÉ DES PRINCIPES DE LA SCIENCE POUR LES FRMS

Les découvertes dans le domaine du sommeil et des rythmes circadiens assurent un fondement scientifique solide au FRMS. La science ne pourra jamais traiter chaque détail d'une opération. En d'autres termes, il faudra toujours combiner l'expérience pratique et la connaissance scientifique pour proposer des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation capables de gérer les risques de fatigue dans un FRMS.

Le fondement scientifique d'un FRMS peut toujours être amélioré si les données recueillies régulièrement dans le cadre des processus de FRM (Chapitre 4) et des processus d'assurance sécurité des FRMS (Chapitre 5) peuvent entrer adéquatement dans le domaine public.

Note opérationnelle

Points saillants relatifs au sommeil

Le sommeil est vital pour recouvrer d'un état de fatigue. Deux aspects du sommeil sont essentiels : la quantité et la qualité.

Quantité de sommeil

- La privation de sommeil est courante dans les opérations aériennes.
- Manquer de sommeil, c'est être somnolent, peiner à rester vigilant, devenir irritable, réagir lentement, présenter des troubles de la coordination, penser moins vite, être obnubilé par un seul aspect du problème, perdre de vue l'ensemble d'une situation, être moins créatif dans la solution des problèmes, et connaître des troubles de la mémoire (d'où la difficulté d'apprendre).
- Les effets de la privation de sommeil s'accumulent :
 - le taux d'accumulation de fatigue est lié au taux de perte de sommeil (moins de sommeil par jour = accumulation plus rapide de la fatigue) ;
 - la pression de sommeil finit par être incontrôlable, d'où les sommeils non intentionnels (microsommeils ou sommes non désirés).
- Les heures de sommeil perdues n'ont pas besoin d'être récupérées heure pour heure.
- Il faut au moins deux nuits consécutives de sommeil non restreint pour recouvrer des effets accumulés par plusieurs nuits de sommeil restreint. Le sommeil non restreint, c'est la liberté de s'endormir lorsqu'on est fatigué, et de se réveiller spontanément. Le sommeil vient alors au bon moment dans le cycle de l'horloge circadienne. Dans certains cas, cette période de récupération peut être intégrée aux horaires (p. ex. à de courtes périodes de service de jour).
- Un somme contrôlé peut soulager temporairement les symptômes d'une perte de sommeil. C'est une bonne stratégie d'atténuation personnelle, par exemple avant une période de service de nuit ou au cours de vols long-courriers.
 - Une étude de la NASA sur le repos contrôlé au poste de pilotage fait état d'une amélioration de la vigilance à la fin de vols long-courriers non augmentés (de 8 à 9 heures) lorsque des membres d'équipage de conduite ont pu profiter d'un somme de 40 minutes dans leur siège du poste de pilotage.

Qualité du sommeil

- Un sommeil de bonne qualité suppose l'existence de cycles réguliers à travers deux types de sommeil différents — le sommeil paradoxal (sommeil REM) et le sommeil lent profond (sommeil non-REM). Un cycle de sommeil non-REM/REM dure à peu près 90 minutes.
- Un sommeil fractionné par de nombreux réveils ou par des éveils brusques dans des phases de sommeil plus léger divise le cycle non-REM/REM. Ce type de sommeil est moins réparateur qu'un sommeil continu.
 - Le sommeil au poste de repos de l'équipage, à bord de l'avion, est plus léger et plus fragmenté que le sommeil à l'hôtel ou chez soi. L'altitude ne serait pas en cause.
- Les sommes au poste de pilotage et le sommeil en vol au poste de repos de l'équipage contiennent très peu de sommeil non-REM profond (ou sommeil lent profond). L'inertie du sommeil est donc moins probable après un sommeil en vol que ne l'annoncent les études en laboratoire.

Deux processus physiologiques principaux interagissent pour réguler le sommeil :

- Le processus homéostatique est manifeste dans la pression de sommeil lent profond qui s'accumule pendant l'état de veille et se libère pendant le sommeil.
- L'horloge biologique circadienne règle le moment précis du sommeil REM et impose la préférence à l'égard du sommeil nocturne.

L'interaction entre la pression homéostatique de sommeil et l'horloge circadienne entraîne deux crêtes de somnolence en 24 heures :

- une crête au début de l'après-midi (le créneau temporel de sieste en après-midi), qui a lieu entre 15 h et 17 h pour la plupart des gens ;
- une crête très tôt le matin (la phase basse du cycle circadien ou WOCL), qui a lieu entre 3 h et 5 h pour la plupart des gens.

Note.— Ces deux processus sont les composantes principales de la plupart des modèles biomathématiques employés pour prévoir les niveaux de fatigue des membres d'équipage (voir Chapitre 4).

Note opérationnelle

Faits saillants relatifs à l'horloge biologique circadienne

- L'horloge biologique circadienne est un rythmeur situé dans le cerveau. Il est sensible à la lumière qui pénètre par une voie d'entrée spéciale issue des yeux (distincte de la vision).
- L'horloge circadienne génère une « journée biologique » naturelle, qui est d'un peu plus de 24 heures pour la plupart des gens. Sa sensibilité à la lumière lui permet de rester en phase avec le cycle jour-nuit de 24 heures.
- Presque tous les aspects de la physiologie humaine (physiques ou mentaux) sont soumis à des cycles quotidiens qui sont influencés par l'horloge biologique circadienne.

- Le minimum quotidien de la température corporelle correspond au moment du cycle de l'horloge biologique circadienne où l'on est le plus somnolent et le moins capable d'accomplir des tâches mentales et physiques. Ce moment est parfois appelé la phase basse du cycle circadien (WOCL). C'est aussi un moment de haut risque d'erreurs liées à la fatigue.

Travail posté

- Le travail posté peut être défini comme tout régime de service qui exige, de la part des membres d'équipage, qu'ils soient éveillés à un moment de leur horloge biologique circadienne où ils seraient normalement endormis.
- La capacité de l'horloge circadienne à « se verrouiller » sur le cycle jour-nuit de 24 heures fait en sorte qu'elle résiste à l'adaptation à tout régime hormis le sommeil nocturne.
- Le fait que l'horloge biologique circadienne ne s'adapte pas pleinement à des régimes sommeil/veille modifiés a deux grandes conséquences :
 - les jours de service qui empiètent sur les temps de sommeil habituels des membres d'équipage (notamment les vols qui durent toute la nuit) peuvent causer des privations de sommeil ;
 - les membres d'équipage qui travaillent au cours de la phase basse de l'horloge circadienne pourraient être somnolents et devoir faire plus d'efforts pour maintenir leur niveau de performance.
- Plus le temps de sommeil s'écarte de la phase optimale du cycle circadien, plus les membres d'équipage ont du mal à trouver le sommeil nécessaire.
- Dans la planification d'horaires, la fréquence des pauses de récupération (au moins deux nuits consécutives de sommeil non restreint) doit refléter le taux d'accumulation de la dette de sommeil.

Décalage horaire

- La traversée aérienne de plusieurs fuseaux horaires expose l'horloge circadienne à de brusques décalages du cycle jour-nuit. À cause de sa sensibilité à la lumière, et (dans une moindre mesure) aux repères sociaux temporels, l'horloge finit pas s'adapter à un nouveau fuseau horaire.
- Le taux d'adaptation dépend du nombre de fuseaux horaires traversés, de la direction du voyage (lequel est plus rapide après les vols vers l'ouest), et dans quelle mesure l'horloge circadienne est exposée aux repères circadiens dans le nouveau fuseau horaire (lumière extérieure, sommeils et repas à l'heure locale, etc.).
- Les escales de 24 à 48 heures ne sont pas assez longues pour permettre à l'horloge circadienne de s'adapter à l'heure locale.
- Les divers types de vols long-courriers influent de diverses façons sur l'horloge circadienne :
 - Les séquences de vols enchaînés transmériidiens qui restent longtemps éloignés du fuseau horaire de résidence tendent à décaler l'horloge circadienne de son cycle naturel. Une fois de retour à ce fuseau horaire de résidence, il faut ajouter des jours pour se réadapter à l'heure locale.
 - Les séquences de vols enchaînés transmériidiens qui retournent au fuseau horaire de résidence en faisant une escale sur deux, semblent permettre à l'horloge circadienne de rester synchronisée sur le fuseau horaire de résidence.

- Au cours des voyages qui comportent des périodes plus longues dans la région de destination, par exemple plusieurs jours de vol local avant le retour au lieu de résidence, l'horloge circadienne commence à s'adapter au fuseau horaire de destination, ce qui peut améliorer le sommeil à l'escale. D'un autre côté, lors du retour au fuseau horaire de résidence, il faut ajouter des jours pour se réadapter à l'heure locale.
- Au cours des escales prévues pour les vols long-courriers, le sommeil est affecté par la rivalité des processus physiologiques (la pression de sommeil homéostatique et l'horloge biologique circadienne) et par le fait de préférer dormir au cours de la nuit locale.
- Les recommandations propres au parcours et concernant les stratégies d'atténuation personnelles de la fatigue peuvent être utiles à la formation aux FRMS prévue pour les membres d'équipage des vols long-courriers et ULR.

Note opérationnelle

Combien d'heures de sommeil sur 24 sont suffisantes ?

En posant cette question banale, on essaie normalement d'obtenir un « chiffre magique » pour le minimum de sommeil dont un membre d'équipage a besoin, ou pour le minimum de repos qui doit être prévu. Pour la science du sommeil, la réponse dépend d'un grand nombre de facteurs, y compris les différences personnelles. Voici quelques-uns de ces facteurs :

- Les périodes de sommeil récentes — une seule période de sommeil restreint représente un risque de fatigue plus faible pour un membre d'équipage qui commence son service en étant bien reposé que pour celui qui a déjà une dette de sommeil.
- La quantité de sommeil dont un membre d'équipage a besoin pour être pleinement reposé (variable selon chacun des membres).
- La possibilité, pour le membre d'équipage, de bien dormir au cours de la période de sommeil restreint. (Par exemple, dort-il chez lui, au poste de repos de l'équipage à bord de l'avion ou dans un hôtel de l'escale ? Peut-il dormir au bon moment et à une heure appropriée de l'horloge biologique circadienne ?)
- Si le sommeil est écourté parce qu'un membre d'équipage doit auparavant rester longtemps éveillé (d'où une augmentation de la pression homéostatique de sommeil et le risque de microsommnes avant la période de sommeil).
- Si le sommeil est écourté parce qu'un membre d'équipage devra rester longtemps éveillé par la suite (d'où une augmentation de la pression homéostatique de sommeil et le risque de microsommnes avant la prochaine période de sommeil).
- Si le membre d'équipage veut essayer de travailler sous une plus forte pression de sommeil circadien (très tôt le matin et au milieu de l'après-midi, lorsque l'horloge circadienne est adaptée à l'heure locale).
- Le caractère essentiel des tâches qu'un membre d'équipage devra entreprendre après la période de sommeil restreint.
- D'autres stratégies défensives mises en place pour gérer le risque sécuritaire, et si la période de sommeil restreint a laissé ce membre d'équipage dans un état d'extrême fatigue.

- Lorsque le membre d'équipage aura l'occasion de recouvrer des effets de la période de sommeil restreint. (Par exemple, cette période est-elle la première d'une série, ou est-elle suivie de deux nuits de sommeil réparateur non restreint ?)

Du point de vue de la sécurité, la réponse est qu'aucune stratégie de défense à elle seule n'est sûre à 100 %. (Le même désir de simplicité représente un risque à l'égard des modèles biomathématiques qui définissent un « seuil de sécurité » pour la fatigue des membres d'équipage. Par exemple, on a tendance à croire qu'une opération est sécuritaire si son niveau de risque est jugé inférieur à ce seuil, mais qu'elle est dangereuse si le seuil est dépassé.) Dans un FRMS, la sécurité est assurée par un système multicouches de défenses axé sur les données, qui gère le risque de fatigue, car la sécurité ne dépend pas seulement des seuils fixés. La réponse du FRMS est la suivante : mesurer les niveaux de fatigue des membres d'équipage, faire une évaluation des risques, et mettre en œuvre les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation nécessaires. Ces processus font l'objet des Chapitres 5 et 6.

Chapitre 3. Politique et documentation relatives au FRMS

3.1 INTRODUCTION À LA POLITIQUE ET À LA DOCUMENTATION SUR LE FRMS

Ce chapitre décrit ce qui devrait figurer dans une politique sur le FRMS et autres documents exigés pour consigner ses activités. L'ensemble de ces textes définit les arrangements organisationnels qui sont au cœur des opérations du FRMS (le processus de FRM et les processus d'assurance sécurité du FRMS). La Figure 3-1 illustre les liens entre la politique et la documentation, ainsi que d'autres éléments du FRMS.

La politique sur le FRMS stipule l'engagement de l'exploitant ainsi que son approche de la gestion du risque de fatigue. S'ils sont acceptables pour l'État, l'exploitant aurait parfois intérêt à intégrer sa politique sur le FRMS à sa politique sur le SGS. Notons cependant que l'Appendice 8 à l'Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, prescrit à l'exploitant de définir clairement tous les éléments du FRMS dans sa politique. La distinction doit être possible entre la politique sur le FRMS propre à l'exploitant et la politique générale sur le SGS pour permettre de les examiner séparément.

La documentation sur le FRMS explique les éléments et les activités de l'ensemble du FRMS. Elle rend possible l'audit (interne et externe) de l'efficacité du FRMS, pour vérifier s'il répond aux objectifs de sécurité définis dans la politique sur ce système. La gestion de la documentation nécessaire est l'une des fonctions recommandées du Groupe d'action — Fatigue et sécurité.

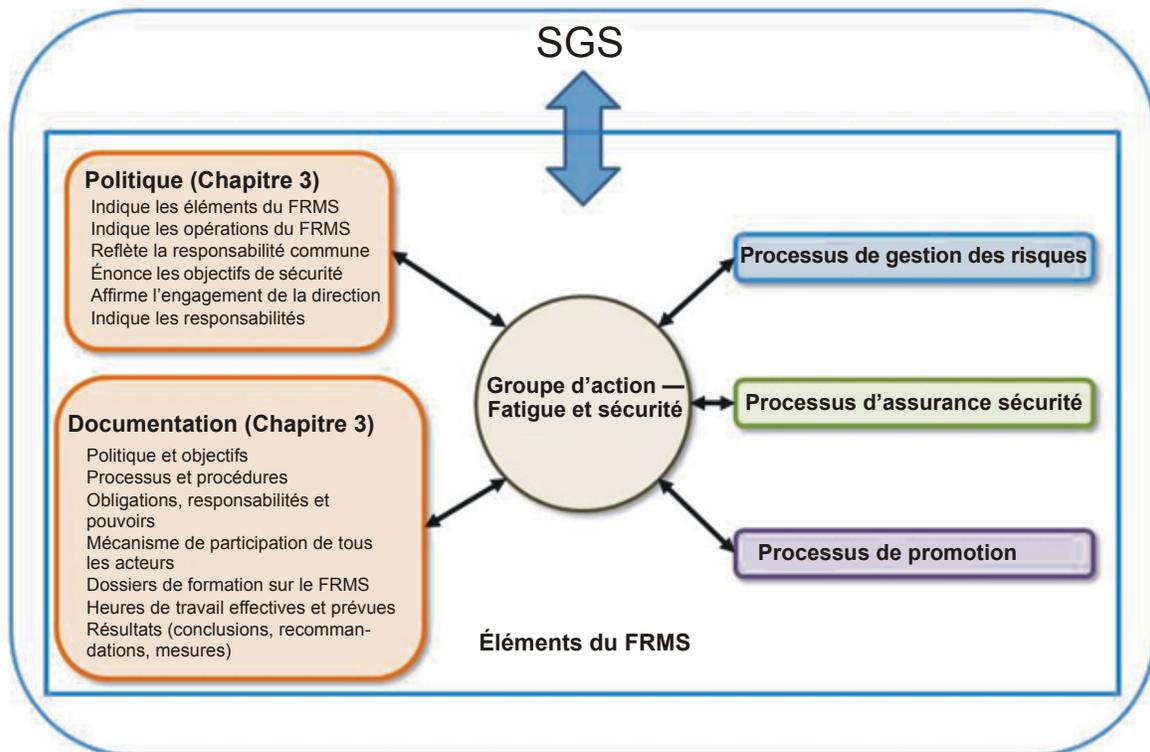


Figure 3-1. Liens entre la politique et la documentation sur le FRMS, ainsi que d'autres éléments du FRMS

Les exigences de l'OACI concernant la politique et la documentation sur les FRMS sont les suivantes (Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1).

Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1

1. Politique et documentation relatives au FRMS

1.1 Politique relative au FRMS

1.1.1 L'exploitant définira sa politique relative au FRMS, tous les éléments du système étant clairement identifiés.

1.1.2 La politique prescrira que la portée des activités liées au FRMS doit être clairement définie dans le manuel d'exploitation.

1.1.3 La politique :

- a) rendra compte de la responsabilité partagée de la direction, des équipages de conduite et de cabine ainsi que des autres personnels concernés ;
- b) énoncera clairement les objectifs de sécurité du FRMS ;
- c) sera signée par le dirigeant de l'organisation qui doit rendre des comptes ;
- d) sera diffusée, avec un soutien visible, dans tous les domaines et à tous les niveaux appropriés de l'organisation ;
- e) énoncera l'engagement de la direction en faveur de comptes rendus de sécurité efficaces ;
- f) énoncera l'engagement de la direction envers la fourniture de ressources suffisantes pour le FRMS ;
- g) énoncera l'engagement de la direction pour l'amélioration continue du FRMS ;
- h) exigera l'établissement de lignes claires en matière d'obligation de rendre compte pour la direction, les équipages de conduite et de cabine et les autres personnels concernés ;
- i) sera examinée périodiquement pour veiller à ce qu'elle demeure pertinente et appropriée.

Note.— La question des « comptes rendus de sécurité efficaces » est traitée dans le Doc 9859, Manuel du système de gestion de la sécurité (SGS).

1.2 Documentation relative au FRMS

L'exploitant élaborera et tiendra à jour une documentation relative au FRMS qui énonce et consigne :

- a) la politique et les objectifs du FRMS ;
- b) les processus et les procédures du FRMS ;
- c) les responsabilités, les obligations et les pouvoirs en ce qui concerne les processus et procédures du FRMS ;
- d) les mécanismes relatifs à l'engagement permanent de la direction, des équipages de conduite et de cabine et des autres personnels concernés ;
- e) les programmes et les besoins en matière de formation sur le FRMS et les fiches de présence ;
- f) les temps de vol, périodes de service et périodes de repos programmés et réels, avec les dérogations importantes et les motifs des dérogations notées ;
- g) les résultats du FRMS, notamment les constatations issues des données collectées, les recommandations et les mesures prises.

3.2 APPENDICE 8, PARAGRAPHE 1.1 : POLITIQUE RELATIVE AU FRMS

1.1.1 L'exploitant définira sa politique relative au FRMS, tous les éléments du système étant clairement identifiés.

La politique sur le FRMS est le cadre d'exploitation du FRMS. Le système peut faire partie du SGS d'un exploitant, mais le SGS et le FRMS exigent des processus d'approbation distincts. Par conséquent, la politique de l'exploitant peut constituer un document autonome, une composante de sa politique sur le SGS ou une partie de sa politique générale sur la sécurité. Mais chaque aspect de la politique sur le FRMS doit être facilement reconnaissable en tant que tel. Il s'ensuit que cette politique peut être examinée dans tous ses détails et être facilement distinguée des autres énoncés de politique sur la sécurité.

3.2.1 Portée du FRMS

1.1.2 La politique prescrira que la portée des activités liées au FRMS doit être clairement définie dans le manuel d'exploitation.

D'après la norme 4.10.2 (de l'Annexe 6, Partie 1) de l'OACI, lorsque les règlements d'un FRMS sont prescrits, les États doivent permettre à un exploitant de décider s'il utilisera le FRMS pour gérer le risque de fatigue dans toutes ses activités, ou seulement pour des types d'opérations spécialement désignés (p. ex. seulement pour une flotte particulière, une route donnée ou des vols très-long-courriers). Toutes les opérations non régies par le FRMS sont soumises aux limites prescriptives prévues pour les temps de vol et de service.

Un énoncé de politique est normalement un texte bref et ferme. Il n'a donc pas besoin d'expliquer en détail la portée des opérations visées par le FRMS, mais il doit absolument indiquer où se trouvent ces détails. Par exemple, l'énoncé de politique d'un exploitant peut indiquer que la portée du FRMS est définie dans le manuel d'exploitation des aéronefs. Ainsi, les changements approuvés par l'État quant à la portée du document n'exigent pas une nouvelle version de l'énoncé de politique initial sur le FRMS.

À mesure qu'un exploitant s'adapte et s'accoutume au fonctionnement d'un FRMS, il peut souhaiter étendre la portée du système. Cette extension peut être considérée comme une évolution naturelle. Le réglementeur devra donc tenir compte des exigences imposées à la portée d'un FRMS.

Les encadrés suivants donnent des exemples d'énoncés de la portée d'un FRMS.

Exemple 1

Compagnie aérienne A — un grand transporteur international qui gère 11 types de flotte différents

Le FRMS de la Compagnie A s'applique à toutes les opérations spécifiquement désignées dans le manuel d'exploitation des aéronefs. Toutes les autres opérations seront conformes aux règlements prescriptifs sur les temps de vol et de service.

Dans l'exemple 1, Le manuel d'exploitation des aéronefs commence par énumérer les vols de toute la flotte de B-777 et les vols très-long-courriers de B-787, mais ne mentionne que les pilotes. Par la suite, la Compagnie A dit vouloir également soumettre ses avions A-330 au FRMS.

Avec l'approbation du réglementeur, la flotte d'A-330 peut être ajoutée à la liste du manuel d'exploitation des aéronefs qui indique les opérations régies par le FRMS, sans qu'il faille modifier l'énoncé de politique du FRMS. Par suite de ce changement, le Groupe d'action — Fatigue et sécurité doit formuler des processus FRMS qui permettront de détecter les

dangers liés à la fatigue pour les vols de l'A-330, d'évaluer les risques et d'élaborer et mettre en œuvre des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation. Il faut également établir des processus d'assurance sécurité du FRMS pour surveiller l'efficacité du système dans la gestion des risques de fatigue pour les opérations de l'A-330.

L'ajout de membres d'équipage de cabine pour gérer le FRMS exigerait un énoncé de politique modifié, comme le suivant :

Le FRMS prévu pour la Compagnie A s'applique à toutes les opérations aériennes spécifiquement désignées dans le manuel d'exploitation des aéronefs et dans le manuel d'exploitation pour l'équipage de cabine. Toutes autres opérations seront conformes aux règlements prescriptifs sur les temps de vol et de service.

Exemple 2

Compagnie B — transporteur intérieur assurant des opérations planifiées et nolisées avec trois types de flottes
La Compagnie B décide d'assurer ses opérations nolisées dans le cadre du FRMS, et de mener ses opérations planifiées selon les règlements prescriptifs sur les temps de vol et de service.

Le FRMS prévu pour la Compagnie B s'applique à tous les membres d'équipage de conduite et à toutes les opérations menées avec avions nolisés.

Exemple 3

Compagnie C — Transporteur à la demande exploitant deux avions sur demande,
qui décide de soumettre toutes ses opérations à un FRMS

Le FRMS de la Compagnie C s'appliquera à tous les membres d'équipage de conduite et pour toutes les opérations.

1.1.3 La politique :

- a) rendra compte de la responsabilité partagée de la direction, des équipages de conduite et de cabine ainsi que des autres personnels concernés ;
- b) énoncera clairement les objectifs de sécurité du FRMS ;
- c) sera signée par le dirigeant de l'organisation qui doit rendre des comptes ;
- d) sera diffusée, avec un soutien visible, dans tous les domaines et à tous les niveaux appropriés de l'organisation ;
- e) énoncera l'engagement de la direction en faveur de comptes rendus de sécurité efficaces ;
- f) énoncera l'engagement de la direction envers la fourniture de ressources suffisantes pour le FRMS ;
- g) énoncera l'engagement de la direction pour l'amélioration continue du FRMS ;
- h) exigera l'établissement de lignes claires en matière d'obligation de rendre compte pour la direction, les équipages de conduite et de cabine et les autres personnels concernés ;
- i) sera examinée périodiquement pour veiller à ce qu'elle demeure pertinente et appropriée.

Note.— La question des « comptes rendus de sécurité efficaces » est traitée dans le Doc 9859, Manuel du système de gestion de la sécurité (SGS).

Le § 1.1.3 de l'Appendice 8 identifie les exigences minimales qui doivent être traitées dans la politique sur les FRMS. Il s'agit en fait des conditions requises pour gérer ces systèmes. Quant à la gestion des risques liés à la fatigue, dans le cadre des limitations prescriptives des temps de vol et de service, le FRMS exige le partage des responsabilités entre l'exploitant et chacun des membres d'équipage, à cause du type particulier de fatigue.

La fatigue est influencée par toutes les activités de l'état de veille, et non seulement par les exigences des tâches. On en parle parfois comme d'un « problème d'une vie entière ». Par exemple, les membres d'équipage ont une responsabilité personnelle, car ils peuvent décider de leur temps de sommeil pendant les périodes de repos disponibles, et choisir le moment d'appliquer leur propre stratégie d'atténuation de la fatigue (Chapitre 4). Il leur incombe aussi de bien utiliser les périodes de repos avant les périodes de service pour commencer à travailler lorsqu'ils sont en forme. En outre, leur coopération est vitale lorsqu'il s'agit de rendre compte volontairement des dangers liés à la fatigue, et lorsque les niveaux de fatigue doivent être mesurés aux fins du processus de FRM (Chapitre 4) et du processus d'assurance sécurité du FRMS (Chapitre 5). La volonté de coopération des membres d'équipage dépendra de leur confiance dans la volonté qu'a l'exploitant de respecter son engagement envers les principes d'une bonne culture de rapports sur la sécurité¹ (Chapitre 1).

Cependant, la direction assume aussi la responsabilité primordiale de la gestion des risques de fatigue. Elle doit en effet planifier les activités du personnel et la distribution des ressources au sein de l'organisation². Le FRMS est une structure qui permet à la direction d'assumer cette responsabilité.

Comme pour le SGS, en signant la politique sur le FRMS, le dirigeant désigné accepte la responsabilité de ce système, soit directement, soit en assurant la supervision et la gestion d'autres employés, dont ceux auxquels il a délégué cette responsabilité.

Les objectifs de la politique sur le FRMS en matière de sécurité spécifient ce que l'exploitant attend du FRMS. Pour vérifier si le FRMS répond à ces attentes, ses résultats doivent être surveillés. Les Chapitres 4 et 5 donnent des exemples d'indicateurs et de cibles de performance, qui peuvent servir à vérifier dans quelle mesure le FRMS répond aux objectifs de sécurité.

La politique sur le FRMS doit être régulièrement examinée par l'exploitant, pour vérifier si elle répond aux changements des exigences opérationnelles. En outre, le réglementeur devrait examiner régulièrement cette politique.

3.3 EXEMPLES D'ÉNONCÉS DE POLITIQUE SUR LE FRMS

Les exemples suivants sont censés servir de guides et non pas de modèles. Chaque exploitant doit élaborer son FRMS, en fonction du contexte organisationnel et des besoins opérationnels qui lui sont propres.

3.3.1 Énoncé de politique sur le FRMS pour une grande compagnie aérienne

Politique sur la gestion des risques de fatigue de [inscrire le nom de la compagnie]

En vertu de son engagement envers l'amélioration continue de la sécurité, la Compagnie X dispose d'un système de gestion des risques de fatigue (FRMS) pour gérer les risques liés à la fatigue.

Ce FRMS s'applique aux opérations définies dans les manuels des opérations de conduite et de cabine. Toutes les autres opérations relèvent des règlements prescriptifs sur les temps de vol et de service. Le Manuel sur le FRMS explique les processus employés pour détecter les dangers liés à la fatigue, évaluer les risques annexes ainsi que pour élaborer, mettre en œuvre et surveiller les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation. Le Manuel sur le FRMS explique aussi les processus d'assurance sécurité employés pour vérifier si le FRMS répond à ses objectifs en matière de sécurité, et dans quelle mesure ce système est intégré à nos excellents programmes du SGS.

1. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI.

2. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI.

En vertu de cette politique :

La direction est responsable des tâches suivantes :

- assurer les ressources nécessaires au FRMS ;
- assurer les niveaux de dotation nécessaires au maintien des tableaux de service qui réduiront au minimum les risques de fatigue ;
- assurer de bonnes possibilités de sommeil réparateur pour les équipages de conduite et de cabine, entre leurs périodes de service ;
- créer un environnement propice à la présentation de rapports honnêtes et fiables sur les dangers et les incidents liés à la fatigue ;
- prévoir une formation sur la gestion des risques de fatigue pour les équipages de conduite et de cabine et autres employés de soutien du FRMS ;
- faire preuve d'un esprit de participation et de compréhension dynamiques à l'égard du FRMS ;
- s'assurer d'une bonne gestion des risques de fatigue dans leur(s) domaine(s) de responsabilité ;
- consulter régulièrement les équipages de conduite et de cabine au sujet de l'efficacité du FRMS ;
- faire preuve de progrès réguliers et présenter un examen annuel du FRMS.

Les équipages de conduite et de cabine sont tenus de :

- faire bon usage de leurs périodes de repos (entre les quarts ou les périodes de service) pour obtenir du temps de sommeil ;
- participer à des programmes d'éducation et de formation dans le domaine de la gestion des risques ;
- présenter des rapports sur les dangers et les incidents liés à la fatigue, conformément au Manuel sur le FRMS ;
- observer la politique sur la gestion des risques de fatigue ;
- informer leur gestionnaire ou leur superviseur, pendant ou immédiatement avant ou après le travail, si :
 - ils constatent ou estiment qu'eux-mêmes ou un autre membre d'équipage souffrent d'une fatigue excessive ;
 - ou
 - ils ont quelque doute sur leur propre capacité, ou sur celle d'un de leurs collègues, d'accomplir les tâches prescrites.

La gestion des risques de fatigue doit être considérée comme un volet essentiel de nos activités, car elle fournit une bonne occasion d'améliorer la sécurité et l'efficacité de nos services, et d'optimiser le bien-être de notre personnel.

Politique autorisée par :

(Signature) _____

Inscrire le titre (dirigeant responsable)

Date : _____

3.3.2 Énoncé de politique sur le FRMS pour un exploitant modeste spécialisé dans l'évacuation médicale

Politique sur la gestion des risques de fatigue de [inscrire le nom de la compagnie]

Les problèmes exceptionnels auxquels sont confrontés nos services de transport médical ici à [inscrire le nom de la compagnie] touchent les horaires sur appel de 24 heures, le besoin d'intervention immédiate quelles que soient les conditions météorologiques, et de nombreux atterrissages dans des endroits non préparés. Ces problèmes obligent nos équipages de conduite à témoigner des plus hauts niveaux de compétence et de professionnalisme en toutes circonstances. Ils supposent aussi que nous sommes constamment exposés à de graves risques de fatigue qui relèvent spécialement d'un système de gestion des risques de fatigue (FRMS).

Nous devons gérer soigneusement ces risques pour prendre toujours les bonnes décisions, notamment dans le but d'accorder les besoins essentiels des patients avec l'impératif de sécurité qui commande nos opérations. On n'y parviendra que si le souci de responsabilité et d'engagement est commun à tous les membres d'équipage (pilotes, médecins et infirmières) et à notre personnel de soutien (p. ex. les planificateurs des horaires d'équipages), pour rendre acceptables nos risques de fatigue.

[Inscrire le nom de la compagnie] s'assurera que la direction, l'équipage, le personnel de soutien et tous autres membres du personnel compétent ont conscience des facteurs suivants :

- les conséquences possibles de la fatigue au sein de notre compagnie ;
- le caractère exceptionnel des problèmes et des risques de fatigue auxquels notre personnel est confronté à cause de la nature de nos opérations ;
- l'importance de rendre compte des dangers liés à la fatigue ;
- la meilleure façon de gérer les états de fatigue.

À ces fins, nous avons formulé des politiques et des procédures spécifiques dans le cadre de notre système de gestion de la sécurité (SGS) pour gérer les risques de fatigue. Ces textes s'appuient sur les données des sections consacrées au FRMS dans notre manuel sur le SGS, et concernent l'ensemble du personnel d'exploitation.

La direction est responsable des mesures suivantes :

- ressourcer adéquatement le SGS ;
- assurer le nombre de membres d'équipage qui permet de maintenir un effectif suffisant pour réduire au minimum le risque de fatigue ;
- fournir à l'équipage la possibilité d'un bon sommeil réparateur entre les périodes de service ;
- créer un environnement propice à la présentation de rapports honnêtes et fiables sur les dangers et les incidents liés à la fatigue ;
- fournir un programme de formation sur la gestion des risques de fatigue à l'équipage et autres membres du personnel de soutien ;
- témoigner d'un rôle actif dans la gestion et la compréhension de nos risques de fatigue ;
- consulter régulièrement l'équipage au sujet de l'efficacité de la gestion de la fatigue ;
- témoigner de progrès continus et présenter un examen annuel de la gestion des états de fatigue.

L'équipage et le personnel de soutien sont tenus de :

- faire bon usage de leurs périodes de repos (entre les quarts ou les périodes de service) pour obtenir du temps de sommeil ;
- participer à des programmes d'éducation et de formation dans le domaine de la gestion des risques ;
- présenter des rapports sur les dangers et les incidents liés à la fatigue ;
- observer la politique et les pratiques sur la gestion des risques de fatigue qui figurent dans notre SGS ;

- informer leur gestionnaire ou leur superviseur, pendant, ou immédiatement avant ou après le travail, si :
 - ils savent ou se doutent qu'eux-mêmes ou un autre membre d'équipage souffrent d'une fatigue excessive ;
 - ou
 - ils ont quelque doute sur leur propre capacité, ou sur celle d'un de leurs collègues, d'accomplir les tâches ;
- rechercher une aide extérieure en accord avec les politiques et procédures de notre compagnie, pour s'assurer, dans la mesure du possible, que des tiers (p. ex. le chef des opérations ou le gestionnaire des opérations) qui ne font pas partie de leur équipage contribuent à soutenir les prises de décision de l'équipage. Chaque fois que des membres d'équipage ont des doutes sur leur risque de fatigue, ils sont tenus d'utiliser la ligne d'urgence permanente de la compagnie.

La bonne gestion de la fatigue est essentielle pour nous assurer que notre compagnie peut fournir un service de qualité à nos clients.

Politique autorisée par :

(Signature) _____

Inscrire le titre (dirigeant responsable)

Date : _____

3.4 APPENDICE 8, PARAGRAPHE 1.2 : DOCUMENTATION RELATIVE AU FRMS

1.2 L'exploitant élaborera et tiendra à jour une documentation relative au FRMS qui énonce et consigne :

- a) la politique et les objectifs du FRMS ;
- b) les processus et les procédures du FRMS ;
- c) les responsabilités, les obligations et les pouvoirs en ce qui concerne les processus et procédures du FRMS ;
- d) les mécanismes relatifs à l'engagement permanent de la direction, des équipages de conduite et de cabine et des autres personnels concernés ;
- e) les programmes et les besoins en matière de formation sur le FRMS et les fiches de présence ;
- f) les temps de vol, périodes de service et périodes de repos programmés et réels, avec les dérogations importantes et les motifs des dérogations notées ;
- g) les résultats du FRMS, notamment les constatations issues des données collectées, les recommandations et les mesures prises.

La documentation décrit tous les éléments du FRMS, et présente un compte rendu des activités et de tous changements apportés à ce système. La documentation peut être concentrée dans un manuel sur le FRMS, ou les informations exigées peuvent être intégrées à un manuel sur le SGS de l'exploitant. Il faut cependant qu'elle reste accessible à tous les membres du personnel qui peuvent devoir la consulter, ainsi qu'au régulateur chargé de l'audit.

Comme moyen de répondre à ces exigences, un exploitant est censé créer un groupe fonctionnel chargé de coordonner les activités de gestion de la fatigue au sein de l'organisation. Voici les principales fonctions de ce groupe, appelé ici Groupe d'action — Fatigue et sécurité :

- élaborer et gérer la documentation sur le FRMS ;
- gérer le processus de FRM (Chapitre 4) ;

- contribuer aux processus d'assurance sécurité du FRMS (Chapitre 5) ;
- être responsable des processus de promotion du FRMS (Chapitre 6).

Cependant, pour s'assurer que le programme de gestion ciblé des risques de fatigue n'entraîne pas des conséquences imprévues pour la gestion globale des risques, certaines des fonctions du Groupe d'action — Fatigue et sécurité décrites ici peuvent aussi être assurées par l'équipe du SGS ou par d'autres groupes fonctionnels. Mais quel que soit le responsable désigné, le réglementeur doit observer et surveiller toutes les fonctions exigées par un FRMS.

Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité devrait refléter la responsabilité commune des membres du personnel et de la direction. Il devrait donc comprendre des représentants de tous les groupes d'acteurs (direction, planificateurs des horaires et membres d'équipage ou leurs représentants), et autres personnes compétentes, en vue d'assurer l'accès normal aux ressources scientifiques et médicales. Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité devrait observer le mandat qui figure dans la documentation du FRMS. Ce mandat définit le partage des responsabilités entre ce groupe et le service du SGS de l'exploitant.

L'importance numérique et la composition du Groupe d'action — Fatigue et sécurité varient selon les exploitants, mais elles devraient être liées à l'importance et à la complexité des opérations régies par le FRMS, ainsi qu'au niveau du risque de fatigue que comportent ces opérations. Dans le cas de petits exploitants, une seule personne pourra représenter deux ou plusieurs groupes d'acteurs. Par exemple, le chef pilote pourra être aussi le planificateur d'horaires principal. S'il s'agit d'exploitants très modestes, il n'y aura peut-être pas même, désigné comme tel, un Groupe d'action — Fatigue et sécurité, mais simplement des points supplémentaires inscrits à l'ordre du jour de la réunion sur la sécurité, à condition, cependant, que toutes les activités liées à la gestion des risques de fatigue soient justifiées par des documents. Les grandes compagnies aériennes auront des services spécialisés capables d'interagir avec le Groupe d'action — Fatigue et sécurité.

Le réglementeur peut décider d'être représenté aux réunions du Groupe d'action — Fatigue et sécurité dans le cadre de ses activités générales, mais il n'est pas tenu d'en faire partie. Il peut aussi souhaiter examiner les procès-verbaux et les résultats de ces réunions dans le cadre de ses activités de surveillance permanente (Chapitre 9).

En outre, l'Appendice 8, § 1.2, alinéa f), stipule que les dérogations importantes par rapport aux durées de vol, aux périodes de service et aux périodes de repos réelles et prévues ainsi que les motifs de ces dérogations doivent être notés par les exploitants. À un premier stade, le Groupe d'action — Fatigue et sécurité ou tout autre service compétent de l'organisation devra déterminer, par un processus d'évaluation des risques, les différences entre les durées de vol, les périodes de service et les périodes de repos planifiées et effectives qui seront considérées comme importantes dans le contexte de leurs opérations spécifiques.

Par exemple, les grandes différences identifiées peuvent comprendre :

- pour la liaison entre deux villes données : toute occasion dans laquelle le temps de vol effectif excède de 30 minutes le temps de vol planifié ;
- pour un voyage donné : toute occasion dans laquelle la période de service effective excède de 60 minutes la période de service planifiée ;
- pour une escale donnée : toute occasion dans laquelle la période de repos est réduite de 60 minutes par rapport à la période de repos planifiée.

Résultat : les dérogations importantes devraient servir d'indicateurs pour aider à détecter les dangers liés à la fatigue (discutés au Chapitre 4). Elles peuvent aussi servir à surveiller le fonctionnement du FRMS proprement dit (Chapitre 5). En outre, le Groupe d'action — Fatigue et sécurité sera chargé d'établir un processus de surveillance de ces dérogations importantes, et de justifier par des documents toutes mesures prises en conséquence.

Ces définitions devront être soumises au réglementeur qui décidera s'il faut les accepter. À cette fin, le réglementeur et l'exploitant devront bien s'entendre sur ce qui constitue une dérogation importante. Le réglementeur peut aussi utiliser ces définitions pour présenter des exigences.

3.4.1 Exemple de mandat assigné à un Groupe d'action — Fatigue et sécurité

Cet exemple est conçu pour couvrir les besoins d'un grand exploitant. Il ne s'agit pas d'un modèle. Les éléments proposés ici ne seront pas tous nécessaires à chaque exploitant. Le réglementeur doit être sûr que l'exploitant a tenu compte de son profil opérationnel et organisationnel pour décider de la composition du Groupe d'action — Fatigue et sécurité, de ses activités et de ses interactions avec d'autres secteurs de l'organisation de l'exploitant.

Mandat du Groupe d'action — Fatigue et sécurité (GAFS) de [inscrire le nom de la compagnie]

But du GAFS

Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité (GAFS) est chargé de coordonner toutes les activités de gestion des risques de fatigue à [inscrire le nom de la compagnie]. Cette responsabilité comprend la collecte, l'analyse et la présentation de données qui facilitent l'évaluation du risque lié à la fatigue parmi les membres d'équipage de conduite. Le GAFS doit aussi s'assurer que le FRMS répond aux objectifs de sécurité définis dans la politique sur le FRMS, qu'il observe les exigences réglementaires, et que le FRMS informe le SGS pour faciliter la gestion de risques sécuritaires en général. Le GAFS a pour rôle d'améliorer la sécurité, mais n'est pas concerné par les questions industrielles.

Mandat du GAFS

Le GAFS relève directement du Premier vice-président responsable des opérations aériennes, par le biais de l'organisation de la sécurité du département. Ses membres comprendront au moins un représentant de chacun des groupes suivants : direction, planification des horaires et membres d'équipage, ainsi que d'autres spécialistes selon les besoins.

Les tâches du GAFS sont les suivantes :

- élaborer, mettre en œuvre et surveiller les processus de détection des dangers liés à la fatigue ;
- s'assurer qu'une évaluation complète et détaillée des risques est entreprise à l'égard des dangers liés à la fatigue ;
- élaborer, mettre en œuvre et surveiller les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation nécessaires pour gérer les dangers détectés qui sont liés à la fatigue ;
- élaborer, mettre en œuvre et surveiller des paramètres de performance efficaces pour le FRMS ;
- collaborer avec le Département de la sécurité à l'élaboration, la mise en œuvre et la surveillance des processus d'assurance sécurité du FRMS, en se fondant sur des indicateurs et des objectifs de performance approuvés ;
- se charger de la conception, de l'analyse et de la présentation d'études qui mesurent la fatigue des membres d'équipage, lorsque de telles études sont nécessaires pour détecter les dangers, ou pour surveiller l'efficacité des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation (ces études peuvent être sous-traitées, mais le GAFS doit s'assurer qu'elles respectent les principes éthiques les plus élevés, qu'elles répondent aux exigences du FRMS et qu'elles sont rentables) ;
- se charger de l'élaboration, de l'actualisation et de la diffusion des matériels d'enseignement et de formation relatifs au FRMS (ces activités peuvent être sous-traitées, mais le GAFS doit s'assurer qu'elles respectent les principes éthiques les plus élevés, qu'elles répondent aux exigences du FRMS et qu'elles sont rentables) ;

- s'assurer que tout le personnel compétent reçoit un enseignement et une formation utiles au sujet du FRMS, et que les rapports de formation sont conservés comme faisant partie de la documentation sur le FRMS ;
- élaborer et gérer des stratégies de communication efficaces avec tous les acteurs ;
- s'assurer que les membres d'équipage et autres employés reçoivent une réponse à leurs rapports sur la fatigue ;
- faire connaître les risques de fatigue et les performances du FRMS à la haute direction ;
- construire et gérer le site Internet du FRMS ;
- élaborer et gérer la documentation sur le FRMS ;
- s'assurer qu'il peut consulter librement, selon ses besoins, les compétences médicales et scientifiques, et documenter les recommandations de ces conseillers spécialisés ainsi que les mesures correspondantes appliquées ;
- se tenir informé des progrès scientifiques et opérationnels dans les principes et la pratique de gestion des risques liés à la fatigue ;
- collaborer pleinement avec le réglementeur à la vérification du FRMS ;
- assurer efficacement la gestion et la responsabilité des ressources du FRMS.

Le GAFS se réunira chaque mois. Des procès-verbaux seront tenus au cours des réunions et seront distribués dans les dix jours ouvrables qui suivent chaque réunion. Le GAFS présentera une demande de budget annuel dans [partie désignée du cycle financier] et un rapport annuel de toutes les dépenses.

Chapitre 4. Processus de gestion du risque de fatigue (FRM)

4.1 INTRODUCTION AUX PROCESSUS DE FRM

Ce chapitre explique les principales étapes de la création des processus de gestion du risque sécuritaire, lesquels sont très semblables aux processus du SGS visant le même but¹. La principale différence est le fait que les processus du SGS ont pour but de traiter tous types de risques. Les processus de FRM contenus dans un FRMS sont spécialement destinés à gérer les risques liés à la fatigue des membres d'équipage.

Les processus de FRM (représentés dans la boîte bleue de la Figure 4-1) sont l'une des parties des activités quotidiennes du FRMS. Ils doivent permettre à l'exploitant d'atteindre les objectifs de sécurité définis dans sa politique sur le FRMS. Ils sont gérés par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité (GAFS).

Processus de FRM :

- indiquer dans quels cas la fatigue présente un danger ;
- évaluer le niveau de risque présenté par tel type de danger lié à la fatigue ;
- au besoin, mettre en place des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation, et veiller à ce qu'elles assurent un bon niveau de gestion des risques.

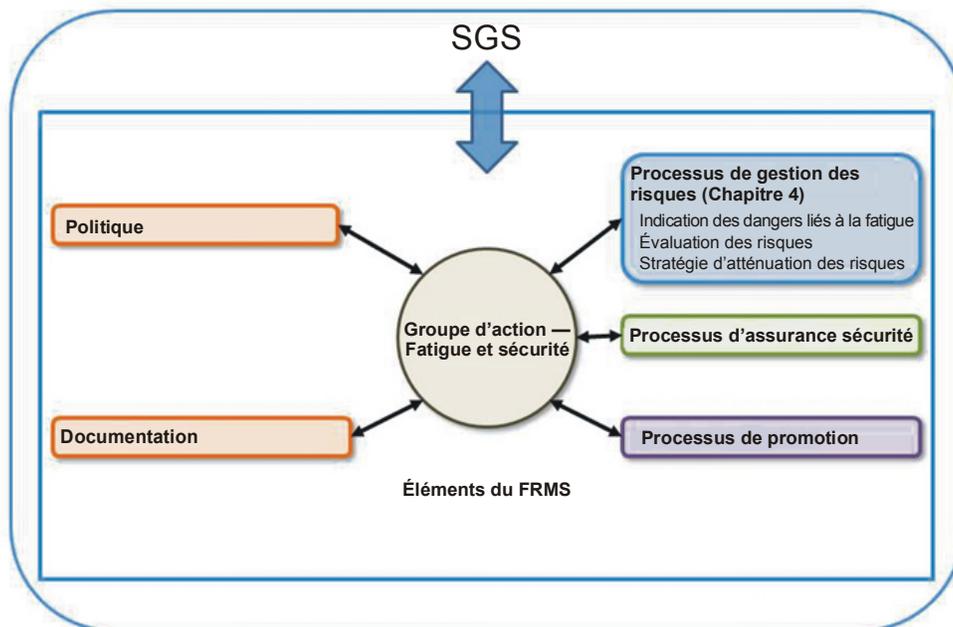


Figure 4-1. Liens entre les processus de FRM et d'autres éléments du FRMS

1. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI.

À cette fin, les processus de FRM exigent différentes sortes de données, qui comprennent : a) les mesures des niveaux de fatigue de membres d'équipage ; et b) les mesures de performances opérationnelles. Des exemples de ces types de mesure figurent dans la suite de ce chapitre. L'essentiel est de choisir la bonne combinaison de mesures pour chaque opération régie par le FRMS. Mais il ne suffit pas d'une simple collecte d'informations. L'analyse de données est également nécessaire pour éclairer les décisions prises par le GAFS et par d'autres responsables des processus de FRM et de la performance de sécurité du FRMS (Chapitre 5). Les exigences de l'OACI concernant les processus de FRM figurent dans l'Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1. Ces exigences sont énoncées comme suit :

Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1

2. Processus de gestion des risques de fatigue

2.1 Détection des dangers

L'exploitant mettra en place et entretiendra trois processus fondamentaux et documentés de détection des dangers liés à la fatigue :

2.1.1 *Processus prédictif.* Le processus prédictif détectera les dangers liés à la fatigue au moyen de l'examen des horaires des équipages et de la prise en compte des facteurs dont on sait qu'ils influent sur le sommeil et la fatigue ainsi que de leurs effets sur la performance. Les éléments d'examen peuvent comprendre, sans s'y limiter :

- a) l'expérience opérationnelle de l'exploitant ou de l'industrie et les données collectées concernant des types d'activités similaires ;
- b) les pratiques d'établissement d'horaires basées sur des éléments probants ;
- c) des modèles biomathématiques.

2.1.2 *Processus proactif.* Le processus proactif détectera les dangers liés à la fatigue présents dans les activités aériennes en cours. Les éléments utilisés à cette fin peuvent comprendre, sans s'y limiter :

- a) des déclarations volontaires de risques de fatigue ;
- b) des sondages sur la fatigue des membres d'équipage ;
- c) des données pertinentes sur la performance des membres d'équipage de conduite et de cabine ;
- d) des bases de données et des études scientifiques disponibles ;
- e) des analyses des heures de travail programmées par rapport aux heures de travail réelles.

2.1.3 *Processus réactif.* Le processus réactif déterminera la part des dangers liés à la fatigue dans les comptes rendus et événements associés à des conséquences négatives potentielles pour la sécurité, afin d'établir comment l'incidence de la fatigue aurait pu être limitée. Le processus peut être déclenché au moins par l'un quelconque des éléments suivants :

- a) comptes rendus de fatigue ;
- b) rapports confidentiels ;
- c) rapports d'audit ;
- d) incidents ;
- e) événements mis en évidence par l'analyse de données de vol.

2.2 Évaluation des risques

2.2.1 L'exploitant élaborera et mettra en œuvre des procédures d'évaluation des risques qui permettent de déterminer la probabilité et la gravité potentielle d'événements liés à la fatigue et de savoir quand les risques correspondants imposent des mesures d'atténuation :

2.2.2 Les procédures d'évaluation des risques porteront sur les dangers détectés et établiront un lien entre ces dangers et :

- a) les processus d'exploitation ;
- b) leur probabilité ;
- c) les conséquences possibles ;
- d) l'efficacité des mesures de sécurité et de maîtrise en place.

2.3 Atténuation des risques

L'exploitant élaborera et mettra en œuvre des procédures d'atténuation des risques qui :

- a) sélectionnent les stratégies d'atténuation appropriées ;
- b) mettent en œuvre les stratégies d'atténuation ;
- c) suivent la mise en œuvre et l'efficacité des stratégies.

La Figure 4-2 résume les étapes des processus de FRM. Chaque étape est décrite en détail ci-dessous.

4.2 PROCESSUS DE FRM — ÉTAPE 1 : INDIQUER LES OPÉRATIONS TRAITÉES

Pour répondre aux normes de l'OACI en matière de FRMS, les États devraient permettre à un exploitant de décider s'il utilisera ce système pour gérer le risque de fatigue dans toutes ses activités, ou seulement dans certains types d'opérations (p. ex. seulement pour une composition de flotte particulière ou pour des vols ULR). Il est essentiel que l'exploitant présente clairement les opérations concernées par le FRMS.

En outre, comme l'explique le Chapitre 2, les causes de fatigue des membres d'équipage peuvent varier selon les types d'opérations aériennes. Ces diverses causes peuvent donc exiger des mesures de contrôle et des stratégies différentes pour atténuer les risques associés à ces vols. Dans le cadre de son FRMS, une organisation peut devoir élaborer de nombreux ensembles de processus de FRM pour différentes opérations. Ces ensembles devraient être clairement identifiables. Par ailleurs, il sera possible, dans certains cas, de soumettre de nombreux types d'opérations à un ensemble donné de processus de FRM.

4.3 PROCESSUS DE FRM — ÉTAPE 2 : RECUEILLIR DES DONNÉES ET DES INFORMATIONS

À l'Étape 2, le GAFS recueille les données et les informations requises pour s'assurer de pouvoir identifier les dangers probables liés à la fatigue dans des opérations régies par les processus de FRM. À cette fin, le Groupe doit avoir une bonne connaissance des facteurs opérationnels qui pourraient causer la fatigue de membres d'équipage.

La Figure 4-3 illustre quelques-uns des facteurs liés à différentes opérations. Elle compare ainsi les temps de vol et de service pour les avions court-courriers de jour, pour les transporteurs intérieurs de fret de nuit et pour les vols long-courriers qui font l'objet du Programme d'études sur la fatigue parrainé par la NASA².

2. Gander, P.H., Rosekind, M.R., Gregory, K.B., « Flight crew fatigue IV: a synthesis », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, vol. 69(9), p. B49 à B60.

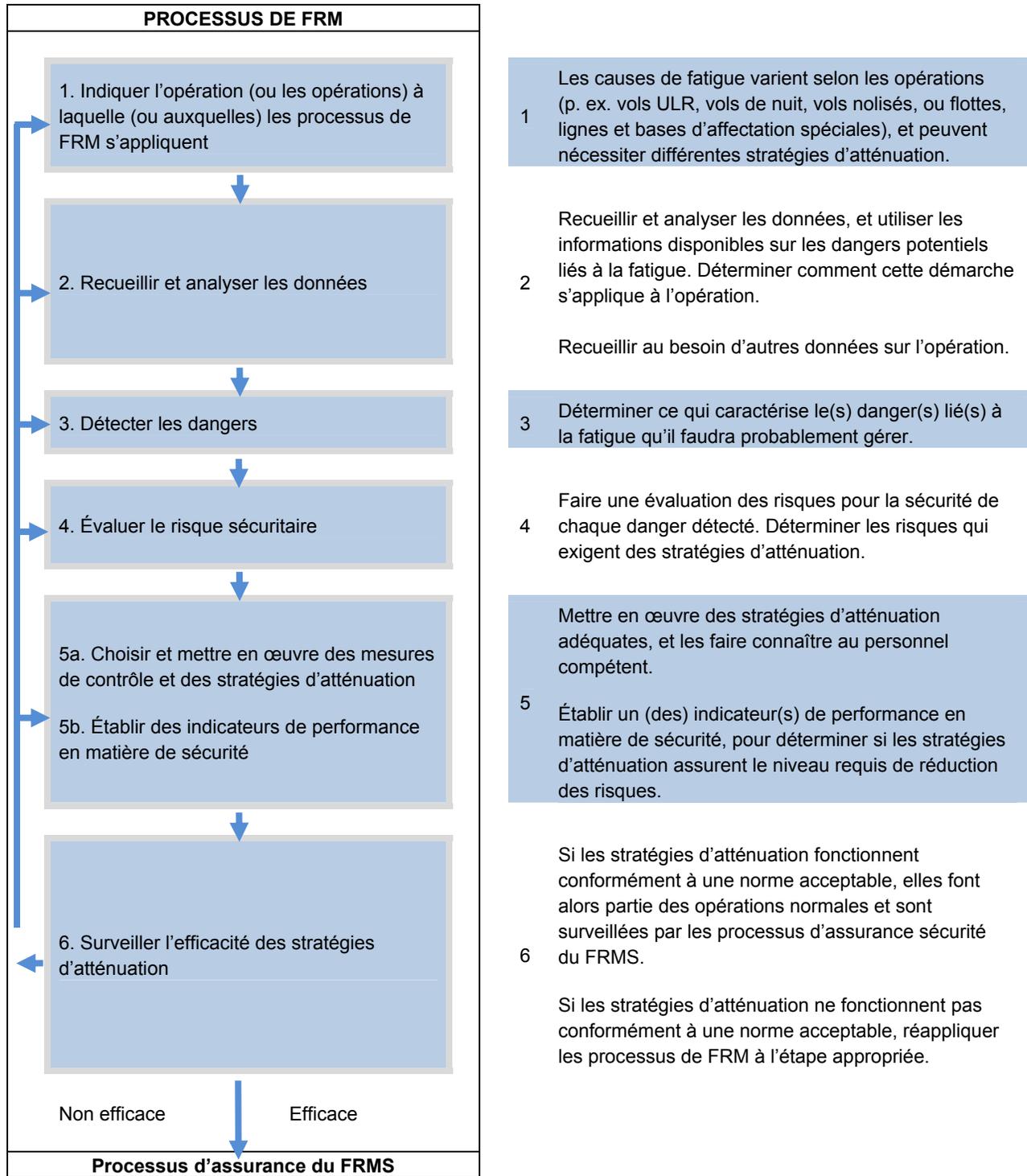


Figure 4-2. Processus de FRM

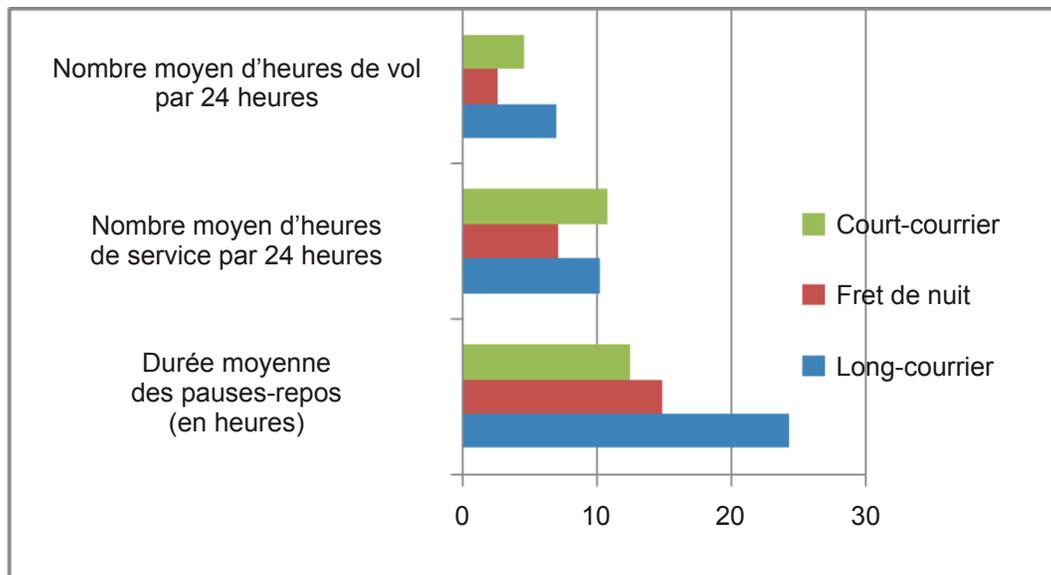


Figure 4-3. Périodes moyennes de vol, de service et de repos
Exemples d'opérations court-courriers de jour, de transport intérieur de fret de nuit et long-courriers

Historiquement, les opérations court-courriers de jour (en équipage à deux) comportaient les plus longues périodes de service quotidien : cinq vols par jour en moyenne, et les plus courtes périodes de repos. Mais ces vols ne traversaient jamais plus d'un fuseau horaire en 24 heures, et les périodes de repos étaient la nuit, durant la partie optimale du cycle de l'horloge circadienne. Les principales causes de fatigue établies par cette étude scientifique sont les suivantes :

- sommeil restreint à cause des périodes de repos trop courtes et des heures de prise de service fixées très tôt ;
- lourdes charges de travail, traversée de multiples secteurs dans des espaces aériens à forte densité de trafic au cours de longues journées de service.

Les opérations intérieures de transport de fret de nuit (deux pilotes, un mécanicien navigant) comportaient les plus courtes périodes de service, en moyenne trois vols par période de service, et des périodes de repos plus longues que celles des opérations court-courriers. Ces avions ne traversaient aussi pas plus d'un seul fuseau horaire en 24 heures. Cependant, les périodes de repos de leurs équipages avaient lieu pendant le jour, et leur horloge circadienne (suivie d'après les rythmes de leur température corporelle) s'adaptait mal à ce régime. Les principales causes de fatigue établies par cette étude scientifique étaient les suivantes :

- sommeil plus court et moins réparateur pendant le jour ;
- obligation de travailler la nuit, au moment du cycle circadien où leur fatigue autoévaluée et leur humeur étaient au plus bas, et où un surcroît d'effort était nécessaire pour maintenir le niveau de vigilance et de performance.

Les opérations long-courriers (deux pilotes, un mécanicien navigant) comportaient de longues périodes de service, mais il n'y avait, en moyenne, qu'un seul vol par période de service, et les périodes de repos étaient les plus longues. Cependant, chaque escale se trouvait dans un fuseau horaire différent, et il y avait au maximum huit fuseaux horaires traversés par période de 24 heures. L'horloge circadienne des membres d'équipage (suivie d'après les rythmes de leur température corporelle) ne s'adaptait pas aux changements de fuseaux horaires, ni au régime de service-repos autre que celui de 24 heures (soit en moyenne 10 heures de service et 25 heures de repos). Les principales causes de fatigue établies par cette étude scientifique étaient les suivantes :

- longues périodes d'état de veille (en moyenne 20,6 heures) associées aux jours de service (il n'y avait pas d'aires de repos aménagées à bord pour l'équipage) ;
- sur certains vols, l'obligation de manœuvrer l'avion au moment du cycle circadien où la fatigue autoévaluée et l'humeur étaient au plus bas, et où il fallait un surcroît d'effort pour maintenir le niveau de vigilance et de performance ;
- régimes de sommeil fractionnés et épisodes de sommeil trop courts lors des escales (normalement, quelques heures de sommeil durant la période de nuit locale, et d'autres selon la nuit attendue par l'horloge biologique) ;
- certains régimes de voyage amenaient l'horloge circadienne à s'écarter du fuseau horaire des membres d'équipage. Résultat : la réadaptation complète de l'horloge était donc plus longue après chaque voyage.

Ces exemples illustrent un principe fondamental du FRMS, à savoir que les limitations de temps de vol et de service ne sont pas les seules en cause dans la prévention de la fatigue, car elles diffèrent selon la nature des opérations.

Le Tableau 4-1 résume les diverses causes de fatigue liées au service, qui sont présentées dans ces études. Celles-ci étaient toutes antérieures à l'ère des vols ULR et concernaient essentiellement les opérations régulières. Les très longues journées de service exigées par ces vols devraient normalement être une cause de fatigue, mais les équipages renforcés et l'aménagement d'aires de repos pour permettre au personnel de dormir à bord sont des stratégies d'atténuation efficaces. Les opérations non planifiées présentent certaines difficultés, car il est difficile de concevoir un plan de sommeil quand on ignore le moment et la durée de son travail.

Tableau 4-1. Résumé des causes identifiées de fatigue qui sont liées au travail (d'après les études sur le terrain de la NASA n° 18)

Cause du danger de fatigue	Type d'opérations		
	Court-courrier intérieur	Transport intérieur de fret de nuit	Long-courrier
Sommeil restreint dû à des périodes de repos trop courtes	X		
Sommeil restreint dû à des prises de service très tôt	X		
Multiplés périodes de travail très intense pendant la journée	X		
Secteurs multiples	X	X	
Espace aérien très encombré	X		
Longues journées de service	X		X
Éveil prolongé pendant les jours de service			X
Lourde charge de travail pendant les creux du cycle circadien		X	X
Périodes de sommeil plus courtes à des moments défavorables du cycle circadien		X	X
Perturbation du cycle circadien (travail de nuit)		X	X
Sommeil fractionnés et épisodes de sommeil trop courts lors d'escales		X	X
Perturbation du cycle circadien (due à la traversée de nombreux fuseaux horaires)			X
Dérive du cycle circadien (modifications du cycle circadien) après des prolongations de service			X

Note.— Cette liste résume les causes de fatigue identifiées dans ces études, et n'est donc pas exhaustive.

Autres causes possibles de fatigue liée au travail :

- tâches supplémentaires accomplies immédiatement avant un vol ou à des points intermédiaires au cours d'une série de vols ;
- temps total élevé de vol et de service au cours de périodes spécifiées (par mois ou par an), ce qui augmente le risque de fatigue cumulative ;
- impossibilité d'un sommeil réparateur suffisant après un voyage donné (ou un ensemble de vacances consécutives) avant le début du prochain voyage ;
- autres tâches annexes pouvant être accomplies par les membres d'équipage avant ou après le service de vol, par exemple activités de formation, tâches administratives, chargement et déchargement de bagages.

Lorsqu'on met en place des processus de FRM, il n'est pas toujours nécessaire que l'exploitant recueille de nouvelles données pour l'Étape 2. Il est parfois possible d'identifier les dangers potentiels liés à la fatigue, en consultant les informations et les pratiques d'opérations semblables de l'exploitant ou d'autres transporteurs, ou les publications scientifiques traitant de la fatigue éprouvée au cours d'opérations semblables. Ce fait est illustré à la fin du chapitre par l'exemple de la façon de mettre en place un processus de FRM pour une nouvelle ligne ULR.

Pour les lignes existantes qui relèveront d'un FRMS, les données déjà couramment recueillies par l'exploitant peuvent être analysées pour aider à identifier les dangers liés à la fatigue, par exemple l'usage du pouvoir discrétionnaire du commandant, la ponctualité, les infractions aux règles prescriptives sur les temps de vol et de service, le taux d'absence pour maladie et les périodes de réserve/astreinte, ou la fatigue des équipages signalée par le biais de comptes rendus sur la sécurité aérienne. On notera qu'en vertu des SARP sur le FRMS [Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1, § 1.2, alinéa g)], l'exploitant est tenu de recueillir des données sur les dépassements importants des temps de vol et des périodes de service planifiés et effectifs. Il est aussi tenu de justifier ces dérogations (précédemment discutées au Chapitre 3).

Une fois les processus de FRM pleinement opérationnels, la collecte et l'analyse de données font partie des tâches quotidiennes de l'exploitant. Un ensemble de données sera ainsi couramment disponible pour l'Étape 2. En outre, le GAFS pourrait parfois décider d'entreprendre une collecte de données exceptionnelle pour mieux comprendre la nature des dangers liés à la fatigue (en faisant, par exemple, une enquête ponctuelle sur la fatigue à une base d'affectation, ou une étude de surveillance ciblée sur une ligne qui pose un problème de fatigue). Les divers types d'informations et de données qui peuvent être recueillies sont décrits dans les sections suivantes et à l'Appendice A.

4.4 PROCESSUS DE FRM — ÉTAPE 3 : DÉTECTER LES DANGERS

D'après l'Appendice 8 à l'Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, un exploitant est tenu d'élaborer, de gérer et de justifier par des documents trois types de processus de détection des dangers liés à la fatigue :

1. les processus prédictifs ;
2. les processus proactifs ;
3. les processus réactifs.

Ces trois processus permettent de recueillir divers types d'informations et de données pour assurer la surveillance constante des niveaux de risque de fatigue au cours de l'exploitation de la ou des lignes régies par le FRMS. Le GAFS peut ainsi prendre des décisions fondées sur les données et « conformes à des principes scientifiques et à des mesures valides », conformément à la définition du FRMS donnée par l'OACI.

Comme on l'a déjà mentionné, plusieurs types de données sont concernés, notamment les mesures de performances opérationnelles, qui sont familières aux exploitants, et les mesures des niveaux de fatigue des membres d'équipage, qui leur

sont, à presque tous, moins familières. Les sections suivantes et l'Appendice A fournissent des conseils pour mesurer la fatigue des membres d'équipage. L'interprétation de ces mesures exige aussi des connaissances spéciales. Dans certains cas, le GAFS peut avoir intérêt à consulter, dans ce domaine, des scientifiques de l'extérieur. Mais un exploitant peut aussi décider de développer dans sa propre entreprise des compétences en matière de collecte et d'analyse de données. Ce développement suppose normalement la désignation d'un « champion de la fatigue » très désireux d'acquiescer les capacités requises. La complexité des opérations et le niveau de fatigue doivent être pris en compte dans l'évaluation du besoin et du niveau des conseils d'expert.

4.4.1 Processus prédictifs de détection des dangers

Dans un FRMS, la détection des dangers vise à établir, pour les équipages, des horaires et des conditions de travail qui tiennent compte des facteurs censés influencer sur le sommeil et la fatigue, pour réduire au minimum leurs conséquences éventuelles. L'Appendice 8 à l'Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, présente trois moyens d'y parvenir : a) l'expérience acquise (par l'exploitant ou par d'autres membres de l'industrie du transport aérien) ; b) les pratiques de planification d'horaires fondées sur les faits ; c) les modèles biomathématiques.

a) Expérience acquise

L'expérience collective de dirigeants, de planificateurs et de membres d'équipage est une source d'informations précieuse pour cerner les aspects d'un horaire proposé qui peuvent être associés à un surcroît de fatigue. Par exemple, des membres d'équipage peuvent constater qu'une certaine destination, inscrite dans un projet d'horaire, entraîne un haut niveau de fatigue, car ils ont l'expérience des retards habituels causés par l'intensité du trafic sur cette ligne. Les planificateurs savent probablement que telle liaison régulière entre deux villes excède normalement le temps de vol prévu. Si l'ambiance bruyante de l'hôtel est un problème connu, la direction peut s'arranger pour réserver à l'équipage des chambres dans un autre hôtel.

Plusieurs sources d'informations devraient être recoupées. Pour les opérations en cours, les informations concernant les horaires sont probablement déjà disponibles. On pourrait donc les analyser pour vérifier les dangers potentiels liés à la fatigue. Comme exemples, mentionnons le pouvoir discrétionnaire du commandant, la ponctualité des vols, les infractions aux règles prescriptives sur les temps de vol et de service, les périodes de réserve/astreinte, les comptes rendus sur la sécurité aérienne, et les rapports sur les niveaux de fatigue.

Si les exigences opérationnelles ont été modifiées, l'expérience acquise peut ne pas être suffisante. La planification d'horaires fondée seulement sur la pratique antérieure n'apportera pas forcément les solutions les plus durables ou les plus novatrices pour des situations nouvelles. En outre, il peut être important de recueillir des données sur les niveaux de fatigue réels des équipages, pour vérifier si les leçons apprises sont également valables dans le nouveau contexte.

Il existe une autre façon d'identifier les dangers liés à la fatigue dans la planification d'horaires pour des liaisons aériennes nouvelles ou existantes. Elle consiste à rechercher des informations sur des lignes semblables. Ce seront, par exemple, des rapports sur des incidents ou sur la fatigue de l'équipage, des publications sur les études scientifiques dans ce domaine et autres documents sur des lignes semblables desservies par d'autres exploitants. Le niveau de confiance qui peut être accordé à cette approche dépend directement de la ressemblance réelle de ces autres opérations avec celle pour laquelle on essaie d'identifier les dangers liés à la fatigue (voir l'exemple de vol ULR donné à la fin du présent chapitre).

b) Pratiques de planification d'horaires fondées sur les faits

La valeur de l'expérience peut être rehaussée lorsque la science de la fatigue investit aussi la planification d'horaires. Il faut donc examiner des facteurs tels que la dynamique du manque de sommeil et de la récupération du sommeil, l'horloge biologique circadienne et l'impact de la charge de travail sur la fatigue, ainsi que les exigences opérationnelles. Étant donné que les effets du manque de sommeil et de la fatigue sont cumulatifs, la planification d'horaires fondée sur les faits doit viser aussi bien les voyages individuels (périodes de service multiples et successives sans prolongation de temps libre) que les voyages successifs conformes à des tableaux de service ou à des choix mensuels. Voici quelques exemples de principes généraux fondés sur la science de la fatigue, à prendre en considération dans la planification d'horaires :

- L'horaire parfait pour le corps humain se compose de tâches diurnes et d'un sommeil nocturne non restreint. Toute autre forme d'horaire est un compromis.
- L'horloge biologique circadienne ne s'adapte pas complètement aux horaires modifiés tels que ceux du travail de nuit. Il est vrai qu'elle s'adapte progressivement à un nouveau fuseau horaire, mais l'adaptation complète prend normalement plus de temps que la durée de 24 à 48 heures de la plupart des escales.
- Chaque fois qu'une période de service empiète sur le temps de sommeil normal d'un membre d'équipage, on peut s'attendre à une perte de sommeil normal. Exemples de tels empiètements : les heures de prise de service très tôt, les heures de fin de service tardives et le travail de nuit.
- Plus une période de service empiète sur le temps de sommeil normal d'un membre d'équipage, moins celui-ci aura le temps de dormir. La pire attitude serait de travailler pendant toute période normale du sommeil de nuit.
- Le service de nuit exige aussi de travailler au cours de la partie du cycle circadien où la fatigue autoévaluée et l'humeur sont au plus bas, et où un surcroît d'effort est nécessaire pour maintenir la vigilance et la performance.
- Les membres d'équipage qui, dans le cadre de leurs tâches successives, ne bénéficient que d'un sommeil restreint accumuleront un déficit de sommeil et l'altération de leurs facultés sous l'effet de la fatigue s'aggravera.
- Pour récupérer d'un déficit de sommeil, au moins deux nuits de sommeil complètes et consécutives sont nécessaires, une fois parfaitement adapté au fuseau horaire local. La fréquence des périodes de repos devrait être en rapport avec la croissance du déficit de sommeil.

Des principes de ce genre peuvent être appliqués par un expert examinateur — par exemple, un planificateur formé à la détection des dangers liés à la fatigue, ou le GAFS —, pour formuler des règles de planification d'horaires fondées sur les faits. La base scientifique de ces règles devrait figurer dans la documentation du FRMS. On peut valider cette démarche en surveillant les niveaux de fatigue enregistrés ou évalués pour l'ensemble des horaires, au moyen des outils décrits ci-dessous et dans l'Appendice A. La validation des données peut alors servir à préciser et à améliorer ces règles de planification d'horaires pour une opération aérienne.

c) Modèles biomathématiques

À l'origine, les modèles biomathématiques sont des programmes informatiques utilisés par des scientifiques pour tester leur compréhension courante de l'interaction de plusieurs facteurs, comme le manque de sommeil, les rythmes circadiens et la charge de travail, sur la vigilance et la performance humaines. On entreprend le processus de modélisation en essayant de rédiger un programme capable de simuler un « ensemble de données sur le développement », par exemple la fatigue autoévaluée et la performance mesurée au cours d'une expérience de manque de sommeil en laboratoire. En cas de réussite, le modèle est utilisé pour prévoir une situation différente. Les données sont alors recueillies dans cette nouvelle situation (un « ensemble de données de validation »), et les prévisions du modèle sont vérifiées d'après les nouvelles données.

La modélisation scientifique est un processus d'amélioration continue. Les modèles biomathématiques sont acceptés, mais ils restent considérés comme des outils scientifiques incomplets et transitoires. Conformément aux meilleures pratiques dans leur domaine, les scientifiques poursuivent leurs expériences pour apprendre en quoi leurs modèles ont failli. Ils découvrent ainsi les lacunes ou même les erreurs de leur conception courante (une façon d'enrichir la science très supérieure aux simples expériences aléatoires).

Une série de modèles biomathématiques sont commercialisés et mis en marché comme outils de prédiction des dangers liés à la fatigue, en rapport avec la planification d'horaires. Il existe aussi plusieurs modèles accessibles au public. Bien employés, ces modèles peuvent être de bons outils d'un FRMS, car il est difficile de visualiser les interactions dynamiques de processus tels que le manque de sommeil et la récupération du sommeil, ou l'horloge biologique circadienne. Le bon usage des modèles exige une certaine connaissance de leur capacité de prédiction. Tout modèle soulève une importante question : est-il validé d'après des données sur la fatigue fournies par des opérations semblables aux opérations concernées ?

Les modèles actuellement disponibles :

- prédisent des niveaux de fatigue moyens pour un groupe de membres d'équipage, et non pas pour tel ou tel membre en particulier ;
- ne tiennent pas compte de la charge de travail ou des facteurs de stress personnels et professionnels qui peuvent agir sur les niveaux de fatigue ;
- ne peuvent pas tenir compte des effets exercés par les stratégies d'atténuation personnelles ou opérationnelles, qui peuvent être ou ne pas être utilisées par des membres d'équipage (consommation de caféine, exercice, postes de repos améliorés, etc.) ;
- ne prédisent pas le risque sécuritaire posé par les membres d'équipage dans une opération donnée. Autrement dit, ces modèles ne remplacent pas une évaluation des risques (voir ci-dessous l'Étape 4 du processus de FRM). Plusieurs modèles disponibles essaient de prévoir le risque sécuritaire en fusionnant les données sur la sécurité tirées d'une série d'opérations propres à d'autres industries, mais leur applicabilité au transport aérien n'a pas encore été validée.

La meilleure utilisation des modèles actuels est probablement la prédiction de niveaux de fatigue relatifs. Tel horaire présente-t-il un danger de fatigue plus grave que tel autre ? Toutefois, dans les décisions sur la conception des horaires, les prédictions tirées de modèles ne devraient pas négliger l'expérience pratique. Par ailleurs, les données recueillies au cours des processus de FRM pourraient beaucoup contribuer à améliorer la performance des modèles biomathématiques, si leurs concepteurs adoptent une démarche d'amélioration continue.

On notera que l'Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1, énonce que les méthodes de détection prédictives des dangers liés à la fatigue **peuvent comprendre, entre autres** : l'expérience pratique de l'exploitant ou du transport aérien et les données recueillies lors d'opérations semblables, les pratiques de planification d'horaires fondées sur les faits et les modèles biomathématiques. Autrement dit, aucune de ces méthodes n'est imposée, et le praticien peut choisir d'en appliquer d'autres.

4.4.2 Processus proactifs de détection des dangers

Dans un FRMS, les processus proactifs de détection des dangers sont axés sur la surveillance des niveaux de fatigue dans les opérations aériennes. Les déficiences dues à la fatigue affectent un grand nombre de facultés humaines et leurs causes sont multiples. C'est pourquoi aucune mesure ne peut, à elle seule, donner une image complète du niveau de fatigue courant d'un membre d'équipage, de nombreuses sources de données sont donc nécessaires.

Pour fixer les types de données à recueillir, il est essentiel d'examiner le niveau prévu du risque de fatigue. En d'autres termes, c'est mal employer des ressources limitées que d'entreprendre une vaste collecte de données en prenant de nombreuses mesures sur une ligne où le risque lié à la fatigue est considéré comme minime. Les ressources devraient être concentrées sur des opérations jugées plus risquées.

L'importance de la collaboration

L'Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1, énonce que la politique sur le FRMS d'un exploitant « rendra compte de la responsabilité partagée de la direction, des équipages de conduite et de cabine ainsi que des autres personnels concernés ». Les réglementeurs auront besoin de preuves au sujet du partage des responsabilités.

La réussite de processus proactifs (et celle du FRMS) dépend de la volonté qu'ont les membres d'équipage de continuer à participer à la collecte de données. Il est donc essentiel de tenir compte des exigences imposées à des membres d'équipage par divers types de collecte de données liées à la fatigue (p. ex. remplir un questionnaire une fois, tenir un journal des temps de sommeil et de service et porter un dispositif simple pour surveiller le sommeil quotidien avant, pendant et après un voyage, et faire un grand nombre d'essais de performance et d'évaluations de l'état de fatigue dans l'ensemble des vols).

De la part des membres d'équipage, la volonté de participer reflétera leur compréhension de leurs rôles et responsabilités à l'égard du FRMS et leur certitude du fait que la collecte de données sur la fatigue vise à renforcer la sécurité. Cette collecte peut exiger la surveillance de membres d'équipage pendant et après leur temps de service, car les niveaux de fatigue en service sont marqués par des habitudes de sommeil antérieures et par les activités de l'état de veille en dehors des heures de service. Plusieurs facteurs soulèvent des préoccupations d'ordre éthique : l'intimité des membres d'équipage, la confidentialité des données, et si les membres d'équipage sont vraiment libres de refuser de participer à la collecte de données (la participation volontaire est nécessaire aux études scientifiques qui supposent la participation humaine). De nombreux pays ont des lois spéciales sur la protection de la vie privée et sur les responsabilités du lieu de travail en matière de sécurité. On devrait examiner ces lois, en plus des conditions prescrites par les conventions industrielles.

L'Appendice 8 mentionne cinq méthodes possibles de détection proactive des dangers liés à la fatigue :

- a) l'autonotification des risques de fatigue ;
- b) des enquêtes sur la fatigue des équipages ;
- c) des données utiles sur la performance des équipages ;
- d) des bases de données et des études scientifiques sur la sécurité disponibles ;
- e) l'analyse comparative des heures de travail effectives et des heures de travail planifiées.

Les sections suivantes décrivent assez en détail chacune de ces méthodes. Notons que celles-ci sont des options **et ne sont pas proposées en permanence**.

a) Autonotification des risques de fatigue

Les rapports de membres d'équipage au sujet des niveaux élevés de fatigue ou des problèmes de performance liés à la fatigue sont essentiels pour tenir informé le GAFS de ces dangers dans les opérations quotidiennes. Une série de rapports sur la fatigue au sujet d'une ligne particulière peut inciter le Groupe d'action à poursuivre l'enquête.

Un bon système de notification des états de fatigue exige une bonne culture en matière de rapports³. Ce système doit :

- utiliser des formulaires faciles à obtenir, à remplir et à soumettre ;
- énoncer des règles claires au sujet de la confidentialité des informations fournies ;
- comporter des limites de protection bien comprises pour les comptes rendus volontaires ;
- prescrire une analyse périodique des rapports ;
- fournir aux membres d'équipage des commentaires réguliers sur les décisions ou les mesures prises, qui doivent être fondés sur les rapports et les retours d'expérience.

Un formulaire de rapport sur la fatigue (format papier ou électronique) devrait contenir des renseignements sur l'historique récente des temps de sommeil et de service (depuis au moins trois jours), l'heure du jour de l'événement, et les mesures chiffrant les divers aspects de la déficience liée à la fatigue (p. ex. les échelles validées de vigilance ou de somnolence). Le formulaire devrait aussi prévoir des espaces pour l'inscription de commentaires, et pour permettre à l'auteur du rapport d'expliquer le contexte de l'événement et de s'exprimer sur la cause de son occurrence. L'Appendice A contient un exemple de formulaire de rapport sur la fatigue des membres d'équipage.

3. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI.

b) Enquêtes sur la fatigue des équipages

Il y a deux grands types d'enquête sur la fatigue des équipages :

1. Les enquêtes rétrospectives : elles consistent à interroger des membres d'équipage au sujet de leur sommeil et de leur fatigue dans le passé. Ces enquêtes peuvent être assez longues et n'ont lieu généralement qu'une seule fois, ou sont séparées par de longs intervalles de temps (p. ex. une fois par an) ;
2. Les enquêtes prospectives : elles consistent à interroger des membres d'équipage sur leur sommeil et leur fatigue au moment précis de l'enquête. La plupart sont courtes et sont souvent reprises pour surveiller la fatigue au cours d'une période de service, d'un voyage ou d'une vacation du tableau de service. Elles comportent généralement des évaluations, par exemple de la somnolence, de la fatigue et de l'humeur.

L'Appendice A décrit des mesures types de la fatigue et de la somnolence (échelles de notation), qui peuvent servir dans les enquêtes rétrospectives. Il comporte aussi d'autres mesures types qui peuvent être utilisées dans la surveillance prospective. Ces échelles sont validées et sont très employées dans les opérations aériennes. L'utilisation d'échelles types permet au GAFS de comparer les niveaux de fatigue d'opérations différentes (gérées par leur propre exploitant ou par d'autres responsables), au fil du temps, et avec des données scientifiques. On peut ainsi faciliter les décisions concernant les domaines où les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation sont le plus nécessaires.

Ces enquêtes peuvent être axées sur une opération ou un problème donnés. Par exemple, une série de rapports sur la fatigue conçus pour un voyage en particulier pourrait inciter le Groupe d'action à entreprendre une enquête (rétrospective ou prospective) sur tous les membres d'équipage présents dans ce voyage, pour connaître l'importance du problème. Le Groupe d'action pourrait aussi entreprendre une enquête (rétrospective ou prospective) pour obtenir auprès des membres d'équipage des commentaires sur les effets d'un changement d'horaire.

Les enquêtes peuvent aussi être plus générales. Par exemple, elles peuvent donner une vue d'ensemble des états de fatigue éprouvés par les membres d'équipage de telle flotte ou tel type d'opération. La Figure 4-4 présente une analyse des effets de l'heure du jour et de la durée du service sur les niveaux de fatigue au début de la descente (d'après l'échelle de fatigue de Samn-Perelli — voir Appendice A). Ces données proviennent du FRMS de la compagnie Air New Zealand et comprennent 3 181 mesures relevées sur une période de trois mois, au bout d'un ou deux jours de service court-courrier du secteur dans le fuseau horaire de résidence des membres d'équipage (équipages à deux)⁴. Pour de courtes périodes de service (de deux à quatre heures), la sensation de fatigue de membres d'équipage varie nettement, selon l'heure du jour, au début de la descente : les niveaux moyens sont les plus élevés entre 3 h et 6 h, et sont les plus bas entre 15 h et 18 h. En revanche, à la fin de longues périodes de service d'une durée de 10 à 12 heures, les niveaux de fatigue restent élevés entre minuit et 9 h, et un second pic de fatigue apparaît entre 12 h et 15 h. Ces chiffres révèlent une interaction entre la fatigue induite par le temps passé à une tâche (durée du service) et le cycle quotidien de l'horloge biologique circadienne. En outre, les membres d'équipage qui terminent entre 12 h et 15 h une période de service d'une durée de 10 à 12 heures verront leur temps de sommeil restreint par l'obligation de commencer tôt leur service.

Par rapport à d'autres types de surveillance, les enquêtes sur la fatigue des équipages sont peu coûteuses et fournissent assez rapidement un « instantané » de niveaux subjectifs de fatigue et de leurs causes probables. Si une grande partie du personnel des équipages participe à une enquête (en principe, plus de 70 %), on obtient une image plus fidèle de ces niveaux subjectifs et des points de vue de l'ensemble du groupe. Les données recueillies par les enquêtes étant subjectives (rappels et points de vue personnels de membres d'équipage), une image fidèle peut beaucoup servir à guider les décisions du GAFS.

4. Powell, D., Spencer, M.B., Holland, D., Petrie, K.J., « Fatigue in two-pilot operations: implications for flight and duty time limitations », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 2008, vol. 79, p. 1047 à 1050.

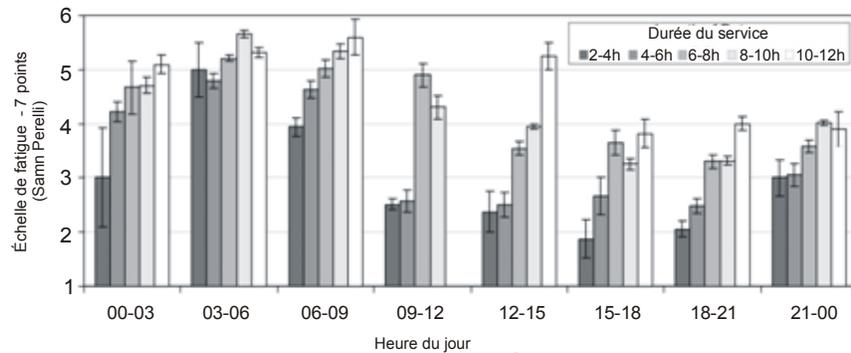


Figure 4-4. Effets de l'heure du jour et de la durée du service sur les niveaux de fatigue au début de la descente — vols court-courriers au long d'une période de trois mois

c) Données sur la performance des équipages

Les mesures de performance fournissent des données objectives qui peuvent servir à compléter les données subjectives recueillies dans les rapports sur la fatigue et les réponses aux enquêtes. Il existe actuellement trois façons principales de surveiller la performance de membres d'équipage : 1) faire des essais simples en laboratoire, pour mesurer les profils de performance d'une personne (p. ex le temps de réaction, la vigilance, la mémoire à court terme) ; 2) analyser les données de vol (FDA), pour examiner le rapport entre les facteurs de performance identifiés : ceux de l'avion et ceux du pilote ; 3) demander à des observateurs compétents du poste de pilotage d'évaluer la performance de membres d'équipage au poste de pilotage (p. ex. audit de sécurité du type vol de ligne).

Pour surveiller les niveaux de fatigue de membres d'équipage *au cours d'une opération aérienne*, la première approche est actuellement la plus pratique. La recherche scientifique a recours à une série d'essais de performance objectifs. Voici les facteurs à prendre en compte dans le choix d'un essai de performance pour mesurer le niveau de fatigue des membres d'équipage :

1. Quelle est la durée de l'essai ? Peut-on le faire à de nombreux moments (p. ex. dans la salle des opérations au cours des préparatifs du vol, près de la fin de montée, près du début de descente et après le vol avant de quitter l'avion), sans gêner le service assuré par un membre d'équipage ?
2. L'essai a-t-il été validé ? Par exemple, a-t-il montré qu'il est sensible aux effets du manque de sommeil et du cycle de l'horloge circadienne sous des conditions expérimentales contrôlées ?
3. L'essai annonce-t-il des tâches plus complexes, par exemple des tâches liées à la performance de l'équipage dans un simulateur de vol ? (Malheureusement, les recherches sont encore très rares dans ce domaine.)
4. S'est-on servi de cet essai dans d'autres opérations aériennes, et peut-on consulter ses résultats pour comparer les niveaux de fatigue relevés entre ces opérations ?

L'Appendice A décrit un essai de performance couramment utilisé pour mesurer le niveau de fatigue de membres d'équipage : le test psychomoteur de la vigilance ou PVT⁵.

On porte le plus grand intérêt à trouver des façons d'associer les niveaux de fatigue de membres d'équipage aux résultats de l'analyse des données de vol (FDA), notamment au cours des manœuvres d'approche et d'atterrissage. Les données de cette

5. Balkin, T.J., Bliese, P.D., Belenky, G., et al., « Comparative utility of instruments for monitoring sleepiness-related performance decrements in the operational environment », *Journal of Sleep Research*, 2004, vol. 13, p. 219 à 227.

analyse ont pour avantages leur collecte systématique et leur utilité pour la sécurité aérienne. La difficulté tient au fait qu'une foule de facteurs contribuent aux dérogations par rapport aux paramètres de vol prévus. Pour utiliser les données de la FDA comme un indicateur du niveau de fatigue de membres d'équipage, il faudrait prouver l'existence de changements réguliers dans ces données FDA qui sont étroitement liées à d'autres indicateurs de ces niveaux de fatigue (p. ex. le manque de sommeil au cours des dernières 24 heures ou le moment du cycle de l'horloge biologique). Les recherches se poursuivent dans ce domaine.

L'appel à des observateurs compétents du poste de pilotage pour évaluer la performance de membres d'équipage au poste de pilotage est très coûteux et demande beaucoup de travail. En outre, la présence d'un observateur peut avoir un effet d'alerte et imposer de nouvelles exigences aux membres d'équipage. Ces facteurs limitent actuellement l'utilité de cette démarche pour la détection proactive des dangers de fatigue dans un FRMS.

d) Bases de données et études scientifiques sur la sécurité disponibles

On peut trouver d'autres indications générales sur les dangers liés à la fatigue dans des bases de données externes sur la sécurité. Par exemple : les comptes rendus sur la sécurité aérienne (Aviation Safety Reports [ASR]) et les rapports d'incident obligatoires (Mandatory Occurrence Reports [MOR]) gérés par des responsables de la sécurité, ou les bases de données gérées par des organisations de transport aérien ou des centres de recherche. Les événements liés à la sécurité sont plutôt rares, et c'est pourquoi les bases de données conçues pour les recueillir et les analyser sont une source de renseignements précieuse qui complète l'évaluation directe des niveaux de fatigue dans l'opération (ou les opérations) régie(s) par le FRMS.

Un travail de recherche scientifique assez important a été entrepris sur la fatigue éprouvée par les membres d'équipage au cours d'opérations aériennes. On peut consulter certaines de ces recherches sur le web. Par exemple, les études du Programme des contre-mesures de la NASA sur la fatigue peuvent être téléchargées gratuitement à partir du site suivant : <http://human-factors.arc.nasa.gov/zteam/fcp/FCP.pubs.html>.

Ce type de recherche est assez coûteux et peut exiger beaucoup de travail. En outre, tous les types d'opérations aériennes n'ont pas fait l'objet d'études approfondies. La valeur propre à ces études réside dans la rigueur de la démarche scientifique qui rend leurs conclusions plus fiables. Certaines études pourraient être plus explicites que ne l'exige la détection proactive des dangers liés à la fatigue. Cependant, la plupart des comptes rendus et des documents publiés présentent des synthèses ou des résumés de leurs principales conclusions.

e) Analyse comparative des heures de travail effectives et des heures de travail planifiées

La planification d'horaires et des tableaux de service fondée sur la science de la fatigue et sur les exigences opérationnelles permet la détection prédictive des dangers liés à la fatigue (§ 4.4.1 ci-dessus). Cependant, bon nombre d'imprévus peuvent entraîner des changements aux calendriers, par exemple la météo, les cendres volcaniques, les problèmes techniques ou la maladie d'un membre d'équipage. La fatigue du personnel ne concerne pas les opérations prévues, mais les vols effectifs. Or, il existe une autre approche proactive pour identifier les dangers liés à la fatigue. Elle consiste à analyser les horaires et les tableaux de service réels pour relever certains facteurs, notamment la ponctualité dans l'exécution des tâches, le dépassement des limites prescrites par le FRMS pour les temps de vol et de service, et la manipulation des horaires par certains membres d'équipage.

Surveillance du sommeil des membres d'équipage

Étant donné l'importance vitale du manque de sommeil normal et du sommeil réparateur dans la dynamique de la fatigue des membres d'équipage, la surveillance du sommeil est une autre méthode, précieuse et courante, employée dans l'identification proactive des dangers de fatigue.

Le sommeil peut être surveillé de plusieurs façons, qui toutes présentent des avantages et des inconvénients (pour plus de détails, voir Appendice A).

- La méthode de surveillance du sommeil la plus simple et la moins coûteuse est de convaincre les membres d'équipage de tenir un journal quotidien de leur sommeil avant, pendant et après le(s) voyage(s) étudié(s). On leur demande en principe de noter les moments où ils dorment, et d'évaluer la qualité de leur sommeil le plus tôt possible une fois réveillés. Ce journal peut être tenu sur papier ou à l'aide d'un assistant numérique (PDA).
- Une évaluation plus objective des cycles sommeil/veille peut être obtenue par une surveillance permanente au moyen d'un « actimètre ». Ce dispositif ressemble à une montre-bracelet portée en permanence (excepté sous la douche ou dans le bain). Les données sur la quantité de mouvement sont régulièrement enregistrées (normalement à chaque minute), et sont téléchargées vers un ordinateur après plusieurs semaines, pour être ensuite analysées. Comme les actimètres sont encore chers, quelques-uns seulement des membres d'équipage seront choisis, au cours d'un voyage donné, pour être ainsi surveillés pendant leur sommeil. Les systèmes actuels exigent aussi la présence d'une personne qualifiée pour traiter et analyser les données recueillies.
- Dans les rares cas où les risques de fatigue prévus sont élevés ou incertains (p. ex. dans de nouveaux types d'opérations aériennes), des polysomnographes portables peuvent être utilisés pour surveiller le sommeil en vol et pendant les escales. Des électrodes sont appliquées sur le cuir chevelu et le visage pour enregistrer les signaux électriques du cerveau (électroencéphalogramme ou EEG), les mouvements des yeux (électrooculogramme ou EOG) et ceux des muscles du menton (électromyogramme ou EMG). La polysomnographie est la « méthode idéale » pour évaluer la qualité et la quantité de sommeil. Cependant, les participants la trouvent plutôt encombrante et coûteuse à cause de l'équipement nécessaire, et parce qu'elle exige des notations et des analyses manuelles par un technicien qualifié.

Choisir des mesures pour évaluer le niveau de fatigue des membres d'équipage

On vient de présenter plusieurs options concernant l'évaluation des niveaux de fatigue des membres d'équipage pour identifier les dangers liés à la fatigue. L'Appendice 8 est clair à ce sujet : les cinq méthodes qu'il indique peuvent être appliquées, mais il ne dit pas qu'elles sont obligatoires ou que d'autres méthodes sont exclues. Les remarques générales suivantes devraient aider les régulateurs à déterminer si les exploitants utilisent des mesures appropriées.

1. Les déficiences liées à la fatigue influent sur un grand nombre de facultés, et leurs causes sont multiples. Aucune technique de mesure ne peut donc exprimer, à elle seule, le niveau global de fatigue éprouvé par un membre d'équipage.
2. Le facteur essentiel qui doit guider le choix des mesures de la fatigue est le niveau prévu du risque de fatigue. Toutes les mesures exigent des ressources (financières et personnelles) pour la collecte et l'analyse des données. Les ressources limitées doivent être employées à bon escient pour identifier les dangers liés à la fatigue, et pour aider le GAFS à formuler des priorités dans les domaines où les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation sont le plus nécessaires.
3. Un ensemble de mesures essentielles peut être choisi pour assurer la surveillance courante. Par exemple, on pourrait utiliser les rapports sur la fatigue des membres d'équipage et les analyses régulières des variations concernant la planification d'horaires et l'établissement des tableaux de service, pour assurer la surveillance permanente des dangers liés à la fatigue.
4. Une série de mesures supplémentaires sont disponibles si un danger potentiel est détecté et si le GAFS décide qu'il lui faut plus d'informations au sujet de ce danger. Là aussi, les mesures choisies doivent refléter le niveau de risque prévu. Par exemple :
 - Une série de plaintes visant un hôtel d'une escale particulière devrait entraîner un bref sondage en ligne auprès de membres d'équipage qui sont logés dans cet hôtel, pour connaître la gravité du problème et pour savoir si une intervention est nécessaire.

- Une série de rapports de fatigue concernant un vol local suivant un voyage long-courrier particulier devrait entraîner des mesures de surveillance du sommeil, de la somnolence et des niveaux de fatigue de membres d'équipage qui assurent ce vol, sur la base des journaux de sommeil et des échelles d'évaluation subjectives. La collecte de données continue pendant un mois, et se poursuit par l'analyse de ces données. Ainsi, avant trois mois, le GAFS disposera des informations nécessaires pour prendre une décision éclairée et préparer des mesures de contrôle et autres interventions requises (p. ex. assigner à un autre équipage le vol local de prolongation).
 - Un exploitant dont l'expérience des vols long-courriers est limitée obtient l'accord des réglementeurs pour élaborer un FRMS en vue d'entreprendre des vols très-long-courriers pour desservir une paire de destinations éloignées. Entre autres formalités d'approbation réglementaire de l'ensemble du FRMS, l'exploitant doit assurer la surveillance étroite de la fatigue des membres d'équipage au cours des quatre premiers mois d'exploitation. Il s'agit de surveiller le sommeil avant, pendant et après le voyage en utilisant des actimètres et des journaux de voyage, en mesurant les niveaux de somnolence et de fatigue, et en faisant des essais de performance au PVT avant le vol, dans les 30 minutes qui suivent la fin de la montée, avant chaque période de repos en vol, dans les 30 minutes qui suivent le début de la descente, et après le vol avant de quitter l'avion. Le réglementeur demande un rapport sur les conclusions, qui devra lui parvenir au cours des six mois qui suivent l'ouverture de la ligne.
5. Il faut maintenir un bon équilibre entre, d'une part, une collecte de données suffisante pour convaincre le GAFS du bien-fondé de ses décisions et mesures, et, d'autre part, les nouvelles exigences que cette collecte peut imposer aux membres d'équipage.

4.4.3 Processus réactifs de détection des dangers

Dans un FRMS, les processus réactifs sont conçus pour déterminer l'**importance de la fatigue des membres d'équipage pour les comptes rendus et les événements relatifs à la sécurité**. Le but est d'apprendre comment les effets de la fatigue auraient pu être atténués, et d'éviter la probabilité de semblables occurrences à l'avenir. L'Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1, donne cinq exemples de facteurs pouvant déclencher des processus réactifs :

- a) rapports sur la fatigue ;
- b) rapports confidentiels ;
- c) rapports d'audit ;
- d) incidents ;
- e) événements liés à l'analyse des données de vol (FDA) (appelée aussi assurance de la qualité des opérations aériennes ou FOQA).

Selon la gravité de l'événement, une analyse pourrait être entreprise par le GAFS, par le service de sécurité de l'exploitant ou par un expert externe en fatigue. Les conclusions de toute enquête sur la fatigue devraient être classées dans la documentation du FRMS.

Il n'y a pas d'essai simple (comme une analyse de sang) pour les déficiences liées à la fatigue. Pour affirmer que la fatigue est l'un des facteurs contributifs d'un événement, il faut démontrer que :

1. la personne ou l'équipage était probablement dans un état de fatigue ;
2. la personne ou l'équipage a pris certaines mesures ou décisions qui ont un lien de causalité avec l'incident indésirable ;
3. ces mesures ou décisions rappellent le type de comportement de la part d'une personne ou d'un équipage fatigués.

Pour montrer que la personne ou l'équipage éprouvait probablement un état de fatigue, il faudrait, en principe, être assez informé pour répondre aux questions suivantes :

- de combien d'heures de sommeil ont-ils besoin pour se sentir pleinement reposés ?
- combien d'heures de sommeil ont-ils pris au cours des 24 heures qui ont précédé l'accident (manque aigu de sommeil) ?
- combien d'heures de sommeil ont-ils pris au cours des 72 heures qui ont précédé l'accident (déficit cumulatif de sommeil) ?
- depuis combien de temps étaient-ils éveillés au moment de l'événement (état de veille prolongée) ?
- leur charge de travail était-elle particulièrement lourde ou légère avant et pendant l'événement ?
- se trouvaient-ils, au moment de l'événement, dans une partie de l'horloge circadienne propice à la somnolence (tôt le matin ou au milieu de l'après-midi, temps biologique) ?
- quand ont-ils, pour la dernière fois, eu l'occasion de combler leur déficit de sommeil (au moins deux nuits consécutives de sommeil ininterrompu pour s'adapter parfaitement à l'heure locale) ?

Ces données doivent être généralement recueillies après l'événement, et se fonder sur les souvenirs des employés concernés. Elles devraient être confirmées, dans la mesure du possible, par quiconque se trouvait avec eux pendant le temps qui a précédé l'événement. Si ces données sont inaccessibles, la chronologie du service peut donner une idée des occasions de dormir qu'avait la personne ou l'équipage.

Il n'existe pas de règles simples pour interpréter ces renseignements (à quel point doit-on manquer de sommeil pour éprouver un état de déficience dû à la fatigue ? quel doit être le déficit cumulatif de sommeil ?) Transport Canada a proposé une méthode d'enquête sur la fatigue qui contient des conseils utiles pour répondre à ces questions, et pour décider si les actions ou les décisions du membre d'équipage correspondent au type de comportement attendu de la part d'une personne ou d'un équipage fatigués, bien que ce comportement n'ait pas encore été validé dans les opérations aériennes. Cette méthode est résumée à l'Appendice A.

4.5 PROCESSUS DE FRM — ÉTAPE 4 : ÉVALUER LES RISQUES

Dès qu'un danger lié à la fatigue est identifié, le niveau de risque associé doit être évalué. Il faut ensuite décider s'il y a lieu d'atténuer ce risque. L'évaluation du risque de fatigue observe les principes du SGS (en combinant la probabilité et la gravité du risque). Cette évaluation fondée sur les tableaux suivants⁶ concerne les risques de blessures et de décès, de dommages matériels ou de pertes imputables à la fatigue.

6. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI.

Tableau 4-2a. Définir la probabilité du risque de fatigue

Probabilité du risque de fatigue		
	Signification	Cote
Risque fréquent	Le risque est possible à de nombreuses reprises (il s'est souvent posé)	5
Risque occasionnel	Le risque est possible quelquefois (il s'est posé peu souvent)	4
Risque minime	Le risque est peu probable, mais il reste possible (il s'est rarement posé)	3
Risque improbable	Le risque est très peu probable (rien n'indique qu'il s'est déjà posé)	2
Risque extrêmement improbable	La réalité de l'événement est presque inconcevable	1

Tableau 4-2b. Définir la gravité du risque de fatigue

Gravité du risque de fatigue		
	Signification	Cote
Risque catastrophique	<ul style="list-style-type: none"> — Décès multiples — Équipement détruit 	A
Risque dangereux	<ul style="list-style-type: none"> — Perte de toute marge de sécurité ; détresse physique ou charge de travail trop lourde pour qu'on puisse attendre des membres d'équipage qu'ils exécutent leur tâche de façon correcte ou complète — Blessures graves ou décès — Dommages matériels de grande ampleur 	B
Risque majeur	<ul style="list-style-type: none"> — Marges de sécurité considérablement réduites ; réduction de la capacité des membres d'équipage à supporter des conditions de travail défavorables, par suite d'un surcroît de tâche causé par des situations contraires à l'efficacité du service — Incident grave — Dommages humains 	C
Risque mineur	<ul style="list-style-type: none"> — Nuisances — Limitations d'exploitation — Application de procédures d'urgence — Incident mineur 	D
Risque négligeable	<ul style="list-style-type: none"> — Sans grandes conséquences 	E

Tableau 4-2c. Matrice d'évaluation du risque de fatigue

Probabilité du risque		Risque de fatigue				
		Gravité du risque				
		Catastrophique A	Dangereux B	Majeur C	Mineur D	Négligeable E
Fréquent	5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasionnel	4	4A	4B	4C	4D	4E
Minime	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extrêmement Improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

Tableau 4-2d. Matrice OACI de tolérabilité du risque

Critères proposés	Indice d'évaluation du risque	Critères proposés
Zone intolérable	5A, 5B, 5C 4A, 4B, 3A	Inacceptable dans les circonstances existantes
Zone tolérable	5D, 5E, 4C, 4D 4E, 3B, 3C, 3D 2A, 2B, 2C	Acceptable, compte tenu de l'atténuation des risques. Peut exiger une décision de la direction
Zone acceptable	3E, 2D, 2E, 1A 1B, 1C, 1D, 1E	Acceptable

Notons cependant que ces tableaux ne donnent que des exemples généraux. En réalité, chaque exploitant doit formuler ses propres critères quant aux niveaux de gravité et de probabilité. Il n'y a pas de critères justes ni de critères faux. Quels que soient les critères adoptés, ils doivent être approuvés et compris par la plupart des personnes qui les appliqueront pour faire des évaluations de risques. Compte tenu du régime de gestion de la sécurité mis en place par l'exploitant, le GAFS peut identifier les critères de gravité et de probabilité, et les utiliser ensuite pour évaluer les risques liés à la fatigue et le besoin d'atténuation dans un FRMS.

4.6 PROCESSUS DE FRM — ÉTAPE 5 : ATTÉNUER LES RISQUES

Lorsqu'on a décidé qu'un certain risque de fatigue nécessite des mesures d'atténuation, il faut alors identifier et mettre en œuvre des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation. Les compétences spécifiques du GAFS devraient être utilisées pour la sélection de ces mesures et stratégies. L'ensemble du personnel concerné doit évidemment bien comprendre la nature du danger, ainsi que les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation conçues pour réduire le risque associé à la fatigue.

Le Tableau 4-3 donne quelques exemples de stratégies d'atténuation adoptées par une organisation pour gérer les dangers liés à la fatigue. Ce ne sont que des exemples, pas des listes complètes.

**Tableau 4-3. Exemples de dangers liés à la fatigue —
Mesures de contrôle et stratégies d'atténuation de l'exploitant (liste non exhaustive)**

Danger de fatigue	Mesures de contrôle	Stratégies d'atténuation
Navettes en vol de nuit	Les règles de planification ne permettent pas les navettes en vol de nuit.	Le logiciel est programmé pour empêcher la planification de navettes en vol de nuit. Équipage de réserve disponible pour parer aux circonstances exceptionnelles.
Manque d'équipages de vol ULR sur une base de ville de départ	Tous les vols prévus >12 heures exigent une évaluation des niveaux d'effectifs à la base d'affectation de la ville de départ. Des politiques sont établies en matière d'effectifs pour appuyer l'opération et surveiller les niveaux de dotation afin d'assurer le respect des exigences prescrites.	Transférer des membres d'équipage supplémentaires à la base de la ville de départ. S'assurer que des équipages de réserve suffisants sont disponibles pour desservir les horaires de vols ULR.
Manque d'équipages de vol ULR à une base de déroutement en route	Établir un service de dotation en personnel de réserve à une base en route pour couvrir les cas de déroutements.	Appel d'équipages de réserve.
Rapports de siestes involontaires de l'équipage au poste de pilotage	Règles de planification, organisation de voyages, tableaux de service, politiques d'accroissement des effectifs pour permettre le repos en vol, amélioration des postes de repos en vol du personnel navigant.	Prévoir des changements pour améliorer les possibilités de sommeil aux escales. Élaborer une procédure du manuel d'exploitation des aéronefs pour le repos contrôlé au poste de pilotage.
Les membres d'équipage manquent de sommeil aux postes de repos à bord de l'avion	Veiller à la conception des postes de repos pour l'équipage dans les commandes d'achat d'avions. Réadapter les avions qui posent des problèmes. Le manuel d'exploitation des aéronefs contient des règles d'aménagement du repos en vol.	Enseigner aux membres d'équipage comment obtenir en vol un sommeil optimal. Le commandant est libre de choisir le jour prévu pour l'aménagement du repos en vol.
Périodes de sommeil interrompues dans les hôtels où vont les membres d'équipage	Règles de planification, organisation des voyages, tableaux de service.	Procédures internes conçues pour restreindre les contacts de l'équipage au cours des périodes de repos. Les hôtels sont priés de prévoir des secteurs séparés, offrant un minimum de bruit, pour assurer le repos des équipages.
Atterrissages à la confluence d'une phase basse du cycle circadien, d'une période de travail prolongée, et de grandes exigences de travail	Règles de planification, organisation de voyages, tableaux de service.	Protocoles élaborés pour le repos en vol et le repos contrôlé au poste de pilotage.

L'efficacité des stratégies d'atténuation mises en œuvre doit être vérifiée, ce qui exige des indicateurs de performance en matière de sécurité, fondés sur les métriques suivantes :

Indicateurs de planification

- Nombre de dérogations aux règles de vol (ou nombre d'arrêts du service) entre deux villes causées par la fatigue, le manque de personnel, des urgences médicales, etc.
- Nombre de demandes de liaisons ville à ville considérées comme des risques de fatigue élevés (p. ex. navettes en vol de nuit).
- Nombre de dépassements autorisés du temps de service de jour de l'équipage (déterminé d'après l'évaluation des risques, par exemple journée de plus de 14 heures).
- Nombre de périodes de service de vol jugées « sensiblement plus longues » que prévu*.
- Nombre de périodes de service de vol plus longues qu'un nombre d'heures prescrit sans pause-repos au cours du service.
- Nombre de fois où la durée de vol dépasse le temps prévu d'un certain nombre de minutes (p. ex. 30 ou 60 minutes).
- Nombre de périodes de service de vol qui commencent dans la phase basse du rythme circadien (WOCL).
- Nombre d'atterrissages accomplis dans les limites de la WOCL.
- Nombre de périodes de service assurées dans un nombre de secteurs de vol supérieur au nombre prescrit.
- Nombre de périodes de service qui dépassent un nombre prescrit de changements d'avion.
- Nombre de réveils successifs prévus très tôt — notamment associés à de longues périodes d'attente entre les vols, ou à de longues journées de service.
- Nombre de périodes de repos réduites au cours des périodes de service (lorsque la réduction dépasse une « durée significative »*).
- Nombre de périodes de repos réduites entre des périodes de service (lorsque la réduction dépasse une « durée significative »*).
- Nombre d'appels à des équipages de réserve (pour certains vols, à une base d'affectation particulière, etc.).

* Cet indicateur est une exigence spécifique de la mise en place d'un FRMS [§ 1.2, alinéa f), de l'Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1]. Il est discuté au Chapitre 3.

Indicateurs de fatigue proactifs/réactifs

- Données mesurées en dehors des seuils acceptables (p. ex. niveaux de somnolence, résultats des tests psychomoteurs de la vigilance (PVT), ou durée de sommeil insuffisante aux escales).
- Nombres de rapports de fatigue (triés selon différents critères, comme la base d'équipage, le nombre de sièges, les vols à équipages augmentés, les types de flotte, les types d'opérations, etc.).
- Nombre d'incidents liés à la fatigue.
- Nombre d'événements FOQA liés à la fatigue et associés à un horaire particulier qui a fait l'objet de rapports de fatigue.

- Absentéisme/appels pour cause de fatigue.

Les effets de ces indicateurs de performance en matière de sécurité devraient être pris en compte dans le contexte global de l'exploitation, pour permettre de distinguer entre le risque acceptable et le risque inacceptable.

Si les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation respectent la norme acceptable (c.-à-d. qu'elles rendent le risque tolérable — voir Tableau 4-2d), elles deviennent une partie des opérations normales et sont surveillées par le processus d'assurance sécurité du FRMS. Si elles ne respectent pas cette norme, il faudra reprendre les processus de FRM à l'étape appropriée. Comme l'indique la Figure 4-2, cette reprise pourrait exiger la collecte d'informations et de données supplémentaires, ou une réévaluation du danger de fatigue et des risques annexes, ou la définition, la mise en œuvre et l'évaluation de mesures de contrôle et de stratégies d'atténuation nouvelles ou révisées.

4.7 EXEMPLE : ÉTABLIR UN PROCESSUS DE FRM POUR UNE NOUVELLE LIGNE TRÈS-LONG-COURRIER (ULR)

En 2005, la Flight Safety Fondation, par l'entremise de son Comité d'orientation pour la vigilance des équipages de vols très-long-courriers (ULR), a formulé des lignes directrices qui sont recommandées. Ce comité a défini les vols ULR comme des vols réguliers d'une durée de plus de 16 heures. Cette caractéristique de 16 heures pour les vols ULR est maintenant largement adoptée.

Cet exemple repose sur des processus de FRM qui pourraient servir à créer une nouvelle ligne ULR. Il est fondé sur un dossier de sécurité réel conçu pour une nouvelle ligne ULR qui a reçu l'approbation réglementaire ; il s'agit cependant d'un exemple et non d'une recette. L'approche adoptée pour les vols ULR consiste à évaluer chaque liaison de ville à ville qui doit être desservie⁷. La Figure 4-5 résume le processus de FRM, qui est expliqué plus en détail dans le texte.

4.7.1 Étape 1 — Définir l'opération

L'opération à laquelle ces processus de FRM s'appliquent est une nouvelle liaison aérienne ULR entre une ville A et une ville B (décrite ici comme étant la ligne A-B-A).

4.7.2 Étape 2 — Recueillir des données et des informations

Il est possible d'obtenir des données et des informations d'après deux types existants d'opérations : les vols long-courriers, qui sont semblables mais durent moins de 16 heures, et les vols ULR, déjà desservis par d'autres exploitants. La pertinence des informations disponibles dépend du degré de similitude avec la nouvelle ligne ULR proposée. Les facteurs suivants doivent être pris en considération :

- la composition de l'équipage et les installations prévues pour le repos en vol ;
- le domicile des membres d'équipage (si ceux-ci habitent la ville de départ, et s'ils ont eu assez de temps libre depuis leur dernier vol transmérien, on peut supposer que leur horloge circadienne est adaptée à l'heure de leur lieu de résidence) ;
- l'heure du vol aller (heure locale et heure biologique probable) ;
- la durée du vol aller et les fuseaux horaires traversés ;

7. Flight Safety Foundation, *Flight Safety Digest*, vol. 22 (n° 5-6), 2003, et vol. 24 (n° 8-9), 2005.

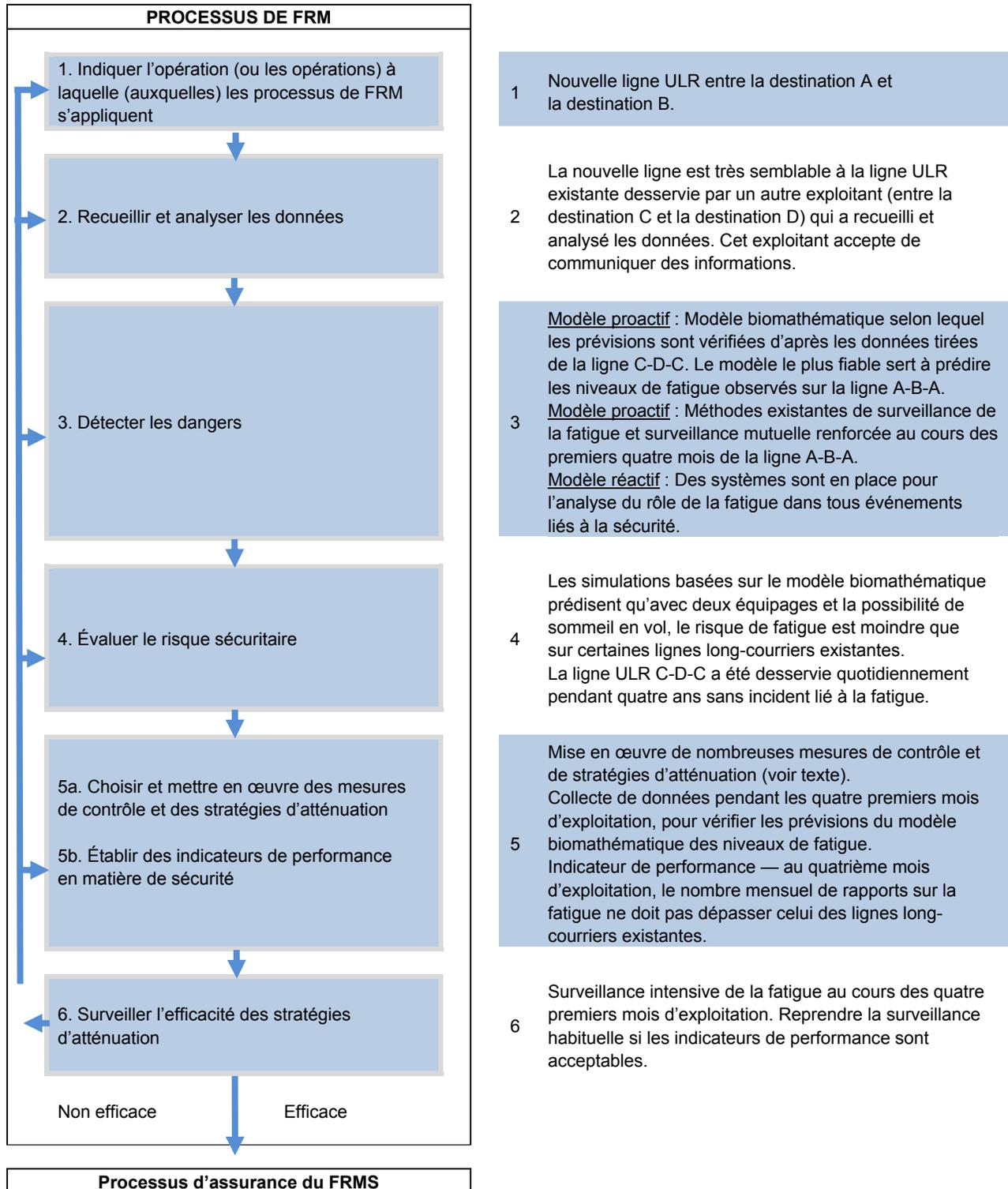


Figure 4-5. Processus de FRM pour l'ouverture d'une nouvelle ligne ULR

- l'heure d'arrivée du vol aller (heure locale et heure biologique probable) ;
- la durée de l'escale ;
- l'heure de départ du vol de retour (heure locale et heure biologique probable) ;
- la durée du vol de retour et les fuseaux horaires traversés ;
- l'heure d'arrivée (heure locale et heure biologique probable) ;
- selon les paires de destinations réelles actuellement desservies, on pourrait avoir intérêt à comparer les horaires d'hiver et d'été pour les heures de décollage et d'atterrissage, et pour les durées de vol.

Dans l'exemple considéré, un autre exploitant a desservi une liaison ULR entre la destination C et la destination D. La ligne existante présente des similitudes avec la ligne A-B-A du point de vue de la composition des équipages et des heures de départ, des durées de vol et des plans de traversée des fuseaux horaires. Dans le cadre du processus d'approbation réglementaire pour la ligne C-D-C, on a demandé à l'exploitant de procéder à une validation opérationnelle de six mois, qui comportait la surveillance intensive du sommeil et de la fatigue des membres d'équipage. L'exploitant a la générosité de rendre ces conclusions disponibles dans le dossier de sécurité A-B-A par l'entremise d'une équipe scientifique indépendante qui a participé à la collecte et à l'analyse de données pour la ligne C-D-C. (Les experts scientifiques s'assurent que les conclusions sont bien interprétées et qu'elles sont appliquées judicieusement à la ligne A-B-A.)

4.7.3 Étape 3 — Détecter les dangers

Processus prédictifs

L'exploitant a déjà une expérience de plusieurs lignes long-courriers qui utilisent le même avion et le même effectif d'équipage et dont les heures de départ et les traversées de fuseaux horaires sont semblables à celles de la ligne A-B-A, mais dont les temps de vol restent inférieurs à la limite de 16 heures qui définit une ligne ULR. Cette expérience a guidé l'élaboration du plan d'exploitation conçu pour la ligne ULR A-B-A.

Deux modèles biomathématiques peuvent être consultés pour prévoir les niveaux de fatigue ou de vigilance de membres d'équipage sur la ligne A-B-A. Les données recueillies sur la ligne C-D-C servent à mesurer l'exactitude des prédictions du sommeil et de la fatigue de membres d'équipage avant, pendant et après les opérations ULR.

L'un des modèles produit les prédictions suivantes pour la ligne C-D-C : les niveaux de fatigue des membres d'équipage augmentent beaucoup d'un bout à l'autre des vols aller et des vols de retour ; les escales sont trop courtes pour permettre un sommeil réparateur avant le vol de retour ; et les niveaux de fatigue sont potentiellement dangereux vers la fin des deux vols. Ces prédictions sont directement contredites par les données de performance au PVT, ainsi que par les taux de somnolence et de fatigue subjectifs relevés au cours des six premiers mois d'exploitation de la ligne C-D-C, desservie chaque jour pendant quatre ans sans incident majeur. Les données opérationnelles et l'expérience pratique sont jugées plus fiables que ces prévisions fondées sur des modèles biomathématiques.

Par contre, le second modèle prédit valablement la durée d'un sommeil en vol sur la ligne C-D-C (jusque dans les limites de variabilité observées parmi les membres d'équipage surveillés). C'est le modèle choisi pour prédire le niveau de vigilance des membres d'équipage sur la ligne A-B-A.

Processus proactifs

Les processus proactifs suivants, conçus pour identifier les dangers liés à la fatigue, font l'objet d'une proposition de surveillance intensive pendant les quatre premiers mois de la nouvelle opération. Le but est de valider les prévisions concernant les niveaux de fatigue et d'affiner les stratégies d'atténuation selon les besoins.

- Les membres d'équipage se font rappeler qu'il existe des formulaires de rapport sur la fatigue et sont encouragés à les utiliser.
- Pour le premier mois d'exploitation, un membre expérimenté de l'équipage de conduite sera présent au centre des opérations aériennes au cours des premières et des dernières heures de chaque vol prévu sur la ligne A-B-A. Le but est d'assurer, de la part de la direction, une réponse rapide et judicieuse à tous problèmes éventuels liés à la fatigue.
- Pour le premier mois d'exploitation A-B-A, un sous-groupe de volontaires est prié de tenir un journal de sommeil et de service (indiquant les niveaux de fatigue et de somnolence) avant, pendant et après un voyage A-B-A. Ces données seront comparées avec les mêmes mesures recueillies pendant la validation opérationnelle de la ligne C-D-C.

Voici d'autres processus proactifs de surveillance de la fatigue qui pourraient être utilisés :

- Demander à tous les membres d'équipage de procéder à des évaluations des niveaux de fatigue et de tendance à la somnolence au début de la descente pour chaque vol, pendant le premier mois d'exploitation A-B-A.
- Faire une enquête sur tous les membres d'équipage, après trois mois d'exploitation A-B-A, pour obtenir un aperçu de leur expérience concernant la fatigue et de l'efficacité de plusieurs stratégies d'atténuation (planification, postes de repos en vol, hôtels d'escale, etc.).
- Disposer d'un sous-groupe de volontaires pour porter un actimètre et tenir un journal de sommeil avant, pendant et après un voyage complet (aller et retour) sur la ligne A-B-A. En outre, ces personnes rempliraient un questionnaire sur leurs niveaux de fatigue et de somnolence. Ensuite, elles entreprendraient des essais de performance au PVT à des moments clés au cours de chaque vol. Ces données seraient ensuite comparées aux mêmes mesures tirées de la validation opérationnelle de la ligne C-D-C.

Processus réactifs

L'exploitant dispose d'outils permettant d'analyser le rôle de la fatigue dans les rapports et dans les événements relatifs à la sécurité, en vue de déterminer comment réduire à l'avenir la probabilité d'événements semblables. Il faudra s'assurer notamment que tous rapports ou incidents liés à la fatigue éprouvée au cours de l'opération A-B-A seront analysés rapidement et feront l'objet de mesures judicieuses.

4.7.4 Étape 4 — Évaluer le risque sécuritaire

Le modèle biomathématique employé pour prédire le niveau de vigilance des membres d'équipage sur la ligne A-B-A l'a déjà été pour des groupes de deux ou trois personnes sur des lignes long-courriers. D'après ces prédictions, les niveaux de vigilance minimaux observés sur la ligne A-B-A seraient plus élevés que sur certaines lignes long-courriers existantes, notamment pour les groupes de trois personnes, sur les vols de retour de nuit vers l'ouest, dont les périodes de service sont d'environ 14 heures, et sur les longs vols de nuit desservis par des équipages de deux personnes.

Deux séries d'expériences opérationnelles confirment la prédiction selon laquelle la ligne A-B-A ne présente pas de graves dangers liés à la fatigue : 1) le dossier de sécurité de la ligne C-D-C alimenté par des vols quotidiens depuis quatre ans, et 2) l'expérience acquise par l'exploitant de la ligne A-B-A sur des lignes long-courriers semblables, desservies par le même avion et le même effectif, mais dont le temps de vol reste inférieur à la limite de 16 heures.

4.7.5 Étape 5 — Choisir et mettre en œuvre des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation

L'exemple suivant présente des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation proposées pour l'opération A-B-A :

- L'avion choisi pour cette ligne offre de meilleures installations de repos à l'intention de l'équipage.
- Tous les membres d'équipage affectés à la nouvelle ligne habitent dans la ville de départ.
- Tous les membres d'équipage affectés à la nouvelle ligne reçoivent la même formation spéciale sur les stratégies personnelles et organisationnelles de gestion de la fatigue sur la ligne A-B-A. Cette formation comporte une discussion sur le plus grand profit qu'on peut tirer des occasions de sommeil offertes en vol et lors des escales.
- Tous les membres d'équipage disposent d'un temps libre protégé qui leur assure deux nuits complètes de sommeil dans le fuseau horaire de la ville de départ. Ils peuvent ainsi entamer un voyage A-B-A en étant pleinement reposés.
- Il existe une politique qui définit clairement les arrangements sur appel et l'affectation d'un équipage de relève.
- L'équipage de conduite comprend deux commandants et deux copilotes. Ainsi, chaque commandant n'est pas le seul responsable sur l'ensemble du vol ULR, conformément aux recommandations de la Flight Safety Foundation pour ce type de vol.
- Il existe une politique précise sur la répartition des périodes de repos en vol, pour permettre aux membres d'équipage d'en profiter au mieux.
- Chaque membre d'équipage a deux occasions de repos par vol. Il est ainsi assuré d'avoir au moins une période de repos correspondant à son temps de sommeil normal, et une seconde occasion de dormir un peu si, pour une raison quelconque, il ne peut le faire pendant la première.
- L'équipage de conduite peut prendre ses repas au poste de pilotage, pour optimiser le temps de sommeil offert au cours des périodes de repos en vol.
- On a soigneusement étudié les conditions offertes à l'hôtel du lieu d'escale pour s'assurer qu'il comporte les installations nécessaires au sommeil, aux repas et à l'exercice physique des membres d'équipage.
- Les opérations aériennes et l'hôtel du lieu d'escale ont mis en œuvre une procédure qui permet de notifier les retards sans devoir réveiller les membres d'équipage.
- Il existe des procédures claires sur la gestion des retards de vol.
- Il existe des procédures claires sur la gestion des déroutements de vol.

Voici deux indicateurs de performance en matière de sécurité :

- Les données recueillies pendant les quatre premiers mois d'exploitation A-B-A seront comparées avec les prédictions du modèle et avec les mêmes mesures fournies par la validation de la ligne C-D-C. Le but est de vérifier si les niveaux de fatigue et de vigilance des membres d'équipage sont compris dans la gamme prédite.
- Avant la fin du quatrième mois d'exploitation de la ligne A-B-A, le taux de signalement concernant la fatigue (nombre de rapports par segment de vol) et le niveau de risque moyen signalé par les rapports sur la fatigue devraient être comparables pour les lignes long-courriers existantes. On ne devrait recevoir aucun rapport sur la fatigue « intolérable » (voir Tableau 4-2d).

4.7.6 Étape 6 — Surveiller l'efficacité des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation

Une période de validation sur les quatre premiers mois d'exploitation a été définie pour un suivi plus intensif. Le GAFS assurera la supervision régulière de l'ensemble des données et des rapports sur la fatigue qui lui parviendront, et interviendra rapidement au besoin.

À la fin de la période de validation, un rapport sera établi, et des processus de routine seront définis pour la surveillance et la gestion des risques liés à la fatigue identifiés sur la ligne A-B-A. Toutes les parties concernées pourront consulter ce rapport. Si les indicateurs de performance sont acceptables, l'opération A-B-A reviendra au mode courant de surveillance.

4.7.7 Lier le processus de FRM au processus d'assurance sécurité du FRMS

Normalement, le processus de FRM ne fonctionne pas indépendamment du processus d'assurance sécurité du FRMS (décrit en détail au chapitre suivant). Cependant, lorsqu'on installe un FRMS dans une organisation ou pour un nouveau type d'opération, les données qui sont nécessaires au processus d'assurance sécurité du FRMS ne seront pas disponibles avant le ou les premiers vols d'exploitation, d'où la nécessité d'une approche progressive pour la mise en œuvre du FRMS, qui est décrite au Chapitre 7.

Chapitre 5. Processus d'assurance sécurité du FRMS

5.1 INTRODUCTION AUX PROCESSUS D'ASSURANCE SÉCURITÉ DU FRMS

Les processus de FRM décrits au Chapitre 4 sont la partie des opérations quotidiennes du FRMS conçues pour détecter les dangers liés à la fatigue ; évaluer les risques sécuritaires ; mettre en place des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation, et contrôler leur efficacité.

Ce chapitre traite à fond les principales étapes des processus d'assurance sécurité du FRMS, qui forment une autre ligne de défense de l'exploitant contre les risques liés à la fatigue. Ces processus font aussi partie de l'exploitation courante du FRMS, et contrôlent la qualité du fonctionnement de l'ensemble du système. Ils sont conçus pour :

- vérifier si le FRMS fonctionne comme prévu ;
- vérifier s'il répond aux objectifs de sécurité définis par la politique sur le FRMS ;
- vérifier s'il répond aux exigences réglementaires ;
- indiquer dans quels cas les modifications de l'environnement d'exploitation sont capables d'augmenter les risques de fatigue ;
- indiquer les domaines susceptibles d'amélioration dans la gestion des risques de fatigue (amélioration du FRMS).

À cette fin, les processus d'assurance sécurité du FRMS utilisent un choix de données et d'informations comme indicateurs de performance en matière de sécurité, qui peuvent être mesurés et contrôlés au fil du temps. Le pouvoir de disposer d'indicateurs dont chacun à son propre objectif de sécurité devrait permettre, mieux qu'un paramètre unique, de comprendre la performance générale du FRMS. Les objectifs de sécurité doivent s'inscrire dans la plage des tolérances définie par le processus d'évaluation des risques (voir § 4.5), et devront être probablement révisés en fonction des conditions d'exploitation.

La Figure 5-1 présente les liens entre les processus d'assurance sécurité du FRMS et d'autres éléments de ce système. Les informations, les données et les indicateurs de performance en matière de sécurité constituent une source de renseignements pour ces processus. En outre, ceux-ci :

- utilisent les informations et les compétences d'autres sources, internes et externes quant à l'exploitant, pour évaluer le fonctionnement du FRMS ;
- évaluent les tendances des indicateurs de performance en matière de sécurité pour détecter les dangers émergents ou modifiés, et pour les soumettre aux processus de FRM ;
- indiquent les changements survenus dans l'environnement d'exploitation qui pourraient influencer sur les risques de fatigue, pour les soumettre aux processus de FRM ;
- fournissent des données sur les façons d'améliorer l'exploitation du FRMS.

Certains des processus d'assurance sécurité du FRMS peuvent être appliqués par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, mais d'autres (comme les audits du FRMS) sont normalement entrepris par d'autres unités qui font partie de l'organisation de l'exploitant. Les responsabilités concernant différentes opérations du FRMS liées à l'assurance sécurité peuvent être réparties différemment, selon la grandeur de l'organisation. Par exemple, de grandes entreprises peuvent employer une équipe

spécialement chargée de l'assurance sécurité du FRMS, ou désigner un dirigeant pour s'en occuper. La communication (dans les deux sens) entre les processus d'assurance sécurité du FRMS et le SGS est nécessaire, car la performance du FRMS influera sur la sécurité de toutes les opérations de l'exploitant.

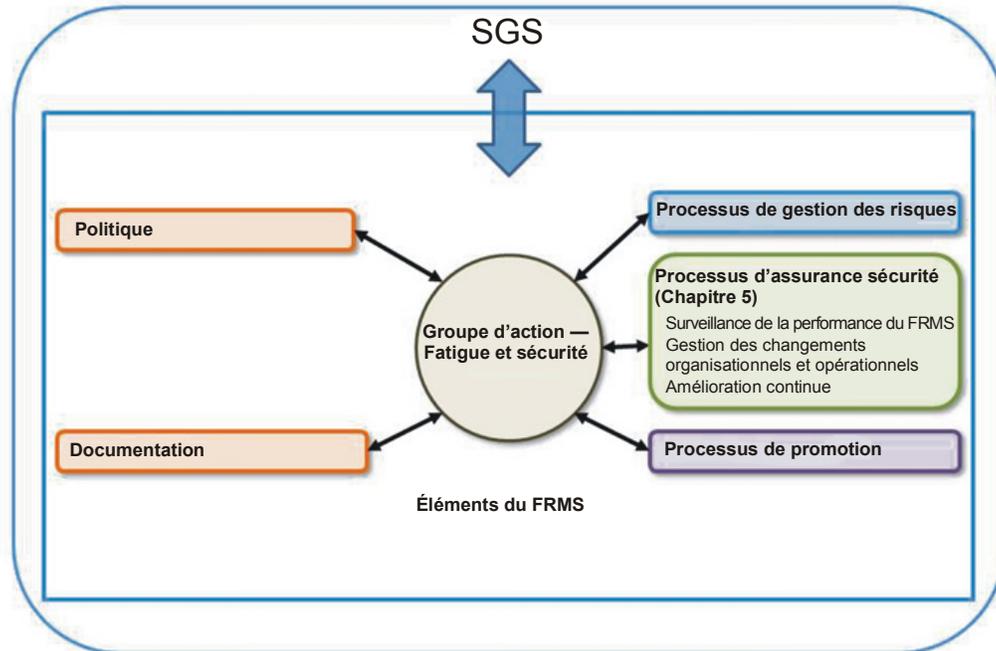


Figure 5-1. Liens entre les processus d'assurance sécurité et d'autres éléments du FRMS

Voici les exigences de l'OACI relatives aux processus d'assurance sécurité du FRMS :

Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1

3. Processus d'assurance de la sécurité dans le cadre du FRMS

L'exploitant mettra en œuvre et entretiendra, dans le cadre du FRMS, des processus d'assurance de la sécurité qui :

- a) assurent une surveillance continue du fonctionnement du FRMS, l'analyse des tendances et une fonction de mesurage aux fins de la validation de l'efficacité des mesures de maîtrise des risques de sécurité liés à la fatigue. Les sources des données peuvent notamment comprendre les suivantes :
 - 1) comptes rendus et enquêtes sur les dangers ;
 - 2) audits et sondages ;
 - 3) examens et études sur la fatigue ;

- b) créent un mécanisme formel pour la gestion du changement qui peut, entre autres :
 - 1) détecter les changements dans l'environnement d'exploitation qui peuvent influencer sur le FRMS ;
 - 2) détecter les changements au sein de l'organisation qui peuvent influencer sur le FRMS ;
 - 3) examiner les outils disponibles qui pourraient servir à l'entretien ou à l'amélioration du fonctionnement du FRMS avant la mise en œuvre de modifications ;

- c) permettent d'améliorer sans relâche le FRMS, notamment :
- 1) de supprimer ou modifier les mesures de maîtrise des risques qui ont eu des incidences non prévues ou qui ne sont plus nécessaires suite à des changements intervenus dans l'environnement d'exploitation ou au sein de l'organisation ;
 - 2) d'évaluer régulièrement les installations, l'équipement, la documentation et les procédures ;
 - 3) de déterminer s'il est nécessaire d'introduire des processus et procédures supplémentaires pour atténuer de nouveaux risques liés à la fatigue.

La Figure 5-2 résume les étapes des processus d'assurance sécurité du FRMS. Chaque étape est explicitée ci-dessous.

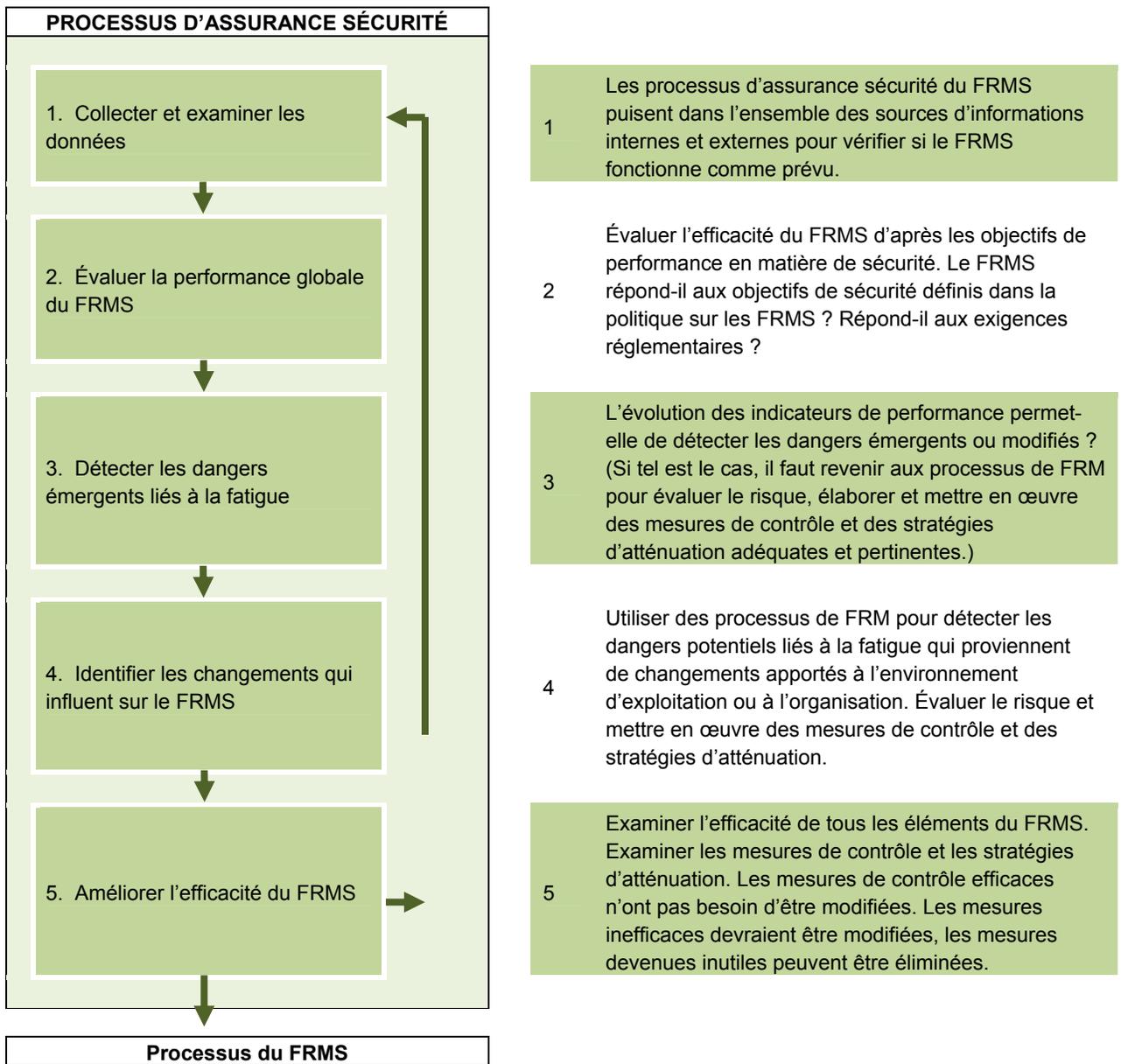


Figure 5-2. Processus d'assurance sécurité du FRMS

5.2 PROCESSUS D'ASSURANCE SÉCURITÉ DU FRMS

5.2.1 Étape 1 — Collecter et examiner les données

L'Étape 1 concerne la collecte et l'examen des informations acquises en appliquant les processus de FRM pour examiner la performance globale du FRMS. À cette fin, il faudrait identifier divers indicateurs de performance en matière de sécurité : les indicateurs spécifiques du FRMS et ceux du SGS. Les premiers comprendront des mesures obtenues grâce aux processus de FRM, notamment :

- le nombre de jours de service ayant dépassé le maximum prescrit au cours des opérations régies par le FRMS ;
- le nombre de rapports volontaires mensuels sur l'état de fatigue ;
- le taux moyen d'« appels de fatigue » adressés par des équipages de conduite desservant une liaison donnée de ville à ville (voyage) ;
- le rapport entre le nombre de rapports sur la fatigue liés à des opérations très-long-courriers qui sont régies par les règlements prescriptifs sur les temps de vol et de service ;
- le nombre de personnes présentes aux séances de formation sur le FRMS ;
- les résultats des évaluations de la formation sur le FRMS ;
- le niveau de participation de membres d'équipage à la collecte de données relatives à la fatigue ;
- le nombre de cas où la fatigue est considérée comme un facteur organisationnel qui contribue à un événement.

D'après l'Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1, les indicateurs de performance en matière de sécurité peuvent être identifiés par l'examen des documents suivants :

1. les rapports et les enquêtes sur les dangers ;
2. les audits et les sondages ;
3. les examens et les études sur la fatigue.

1. *Rapports et enquêtes sur les dangers*

L'évolution des rapports volontaires sur la fatigue adressés par des membres d'équipage, entre autres, peut fournir des indications précieuses sur l'efficacité du FRMS. Les événements relatifs à la sécurité dans lesquels la fatigue des membres d'équipage est considérée comme un facteur contributif seront moins fréquents que les rapports sur la fatigue. Cependant, l'examen régulier de ces événements peut aussi faire ressortir les domaines où le fonctionnement du FRMS pourrait être amélioré. La valeur de ces sources d'informations dépend de l'application de bonnes méthodes pour analyser le rôle de la fatigue (voir Chapitre 4 et Appendice A).

2. *Audits et sondages*

Les audits et les sondages peuvent fournir des mesures de l'efficacité du FRMS sans devoir s'appuyer sur des niveaux de fatigue assez élevés pour déclencher des signalements de fatigue ou des événements relatifs à la sécurité qui sont liés à la fatigue (ces deux types d'événements sont assez rares).

Les audits sont axés sur l'intégrité et le respect des processus de FRM. Ces audits devraient permettre de répondre à des questions comme celles-ci :

- Tous les services ont-ils mis en œuvre les recommandations du Groupe d'action — Fatigue et sécurité ?
- Les membres d'équipage appliquent-ils des stratégies d'atténuation, comme le recommande le Groupe d'action — Fatigue et sécurité ?
- Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité gère-t-il la documentation de ses activités jugée nécessaire ?

Les audits peuvent aussi servir à évaluer régulièrement l'efficacité du FRMS, par exemple d'après l'état des indicateurs de performance en matière de sécurité et des objectifs associés.

Les audits ne relèvent pas du Groupe d'action — Fatigue et sécurité, mais peuvent néanmoins incomber à l'exploitant, c'est-à-dire être accomplis par d'autres services de l'organisation. En outre, les commentaires provenant d'audits réglementaires peuvent fournir des informations utiles pour surveiller les performances de sécurité du FRMS. Un autre type d'audit pouvant servir dans ce contexte consiste à confier à une commission scientifique indépendante l'examen régulier des activités du Groupe d'action — Fatigue et sécurité et de l'intégrité scientifique de ses décisions. Une telle commission peut aussi fournir au Groupe des revues périodiques des plus récents progrès scientifiques concernant le FRMS.

Les sondages peuvent fournir des renseignements sur l'efficacité du FRMS. Par exemple, ils peuvent expliquer, documents à l'appui, comment les horaires et les tableaux de service peuvent marquer les membres d'équipage, en se fondant sur leurs expériences récentes (processus rétrospectif) ou sur un suivi de leurs activités au fil du temps (processus prospectif). Les sondages à cette fin devraient comprendre des paramètres validés, comme des échelles d'évaluation classiques de la fatigue et de la somnolence, et des mesures types du régime et de la qualité du sommeil (voir Chapitre 4 et Appendice A). Un taux de réponse élevé (en principe, de plus de 70 %) est nécessaire pour rendre les résultats du sondage représentatifs de l'ensemble du groupe. Les taux de réponse tendent à baisser lorsque les sondages sont trop fréquents (« lassitude des participants »).

3. Examens et études sur la fatigue

En général, les examens de la sécurité doivent assurer une bonne performance dans ce domaine en cas de changement, par exemple pendant la mise en place d'un nouveau type d'opération ou d'un grand changement à une opération en cours régie par le FRMS.

Ce type d'examen consisterait d'abord à identifier le changement (p. ex. transfert d'une liaison à une base d'affectation située dans un autre fuseau horaire, changements apportés aux installations de repos de l'équipage à bord de l'avion, changements majeurs à l'ensemble du voyage, ou changement apporté à l'équipement destiné au voyage). On évaluerait ensuite l'utilité et l'efficacité des activités du FRMS du point de vue du changement (p. ex. les méthodes proposées pour détecter les dangers liés à la fatigue, le processus d'évaluation des risques, les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation proposées pour traiter le ou les dangers liés à la fatigue, et les mesures de leur efficacité qui doivent être appliquées pendant la mise en œuvre du changement).

Les études sur la fatigue qui font partie du processus d'assurance sécurité du FRMS ont lieu lorsqu'un exploitant se préoccupe d'un vaste problème lié à la fatigue, pour lequel il convient d'examiner des sources d'informations externes. Ces sources pourraient comprendre l'expérience d'autres exploitants, des études à l'échelle de l'industrie aéronautique, des études au niveau de l'État et des études scientifiques. Ces sources d'informations peuvent être utiles lorsque les arguments de sécurité fondés sur l'expérience et les connaissances limitées de l'exploitant sont probablement insuffisants. Dans ce contexte, les études sur la fatigue servent principalement à recueillir des informations sur les grandes questions soulevées par le FRMS plutôt qu'à détecter des dangers spécifiques liés à la fatigue.

5.2.2 Étape 2 — Évaluer la performance du FRMS

L'Étape 2 a pour but de valider l'efficacité des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation de la fatigue (Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1). Cette validation suppose l'analyse des données recueillies à l'Étape 1 pour vérifier si :

- tous les objectifs de sécurité spécifiés répondent aux critères de performance du FRMS ;
- tous les indicateurs de performance spécifiés du FRMS restent dans la zone de tolérance définie par le processus d'évaluation des risques (voir § 4.5) ;
- le FRMS répond aux objectifs de sécurité définis dans la politique sur le FRMS ;
- le FRMS répond à toutes les exigences réglementaires.

Voici des exemples d'objectifs de performance qui pourraient servir dans les processus d'assurance sécurité du FRMS. Ils correspondent aux indicateurs de performance mentionnés ci-dessus (pour d'autres exemples, voir § 5.8).

- La durée maximale des jours de service les plus longs dans les opérations régies par le FRMS n'excède pas les limites définies dans la politique sur le FRMS. Ces données sont revues chaque mois d'après un algorithme informatisé, et l'évolution de la situation est évaluée tous les trois mois.
- Au bout du quatrième mois qui suit le lancement d'une nouvelle opération, le nombre de rapports mensuels volontaires sur l'état de fatigue devrait être faible et stable, ou devrait nettement diminuer (les membres d'équipage et autres membres concernés du personnel auront ainsi le temps de s'adapter à la nouvelle opération). Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité devrait fournir un rapport écrit sur la phase de validation de la nouvelle opération. Ce rapport devrait comprendre une analyse de tous les événements liés à la fatigue, et des rapports volontaires sur la fatigue, ainsi qu'une documentation sur les ajustements correspondants apportés aux mesures de contrôle et aux stratégies d'atténuation de la fatigue.
- Aucune liaison spécifique (voyage) entre deux villes n'excède de plus de 25 % le taux moyen des appels de fatigue adressés par les équipages de cabine.
- Les opérations très-long-courriers (ULR) régies par le FRMS ne suscitent pas plus de rapports sur la fatigue que les opérations long-courriers régies par les règlements prescriptifs sur les temps de vol et de service.
- Au cours du dernier trimestre, le Groupe d'action — Fatigue et sécurité s'est réuni aussi souvent que le demande la politique sur le FRMS. Le Groupe a géré toute la documentation de ses activités, qui doit être utilisée pour les audits internes et réglementaires.
- Tous les membres du personnel chargés des horaires et des tableaux de service répondent aux exigences annuelles de formation sur le FRMS, comme prescrit par les processus de promotion du FRMS.
- Mesures de l'efficacité du cours de formation et des programmes d'instruction sur le FRM (voir les exemples donnés au Chapitre 6).
- Les niveaux trimestriels d'absentéisme sont inférieurs à l'objectif spécifié pour chaque opération régie par le FRMS.

Lorsque les objectifs de performance en matière de sécurité du FRMS ne sont pas atteints, ou que les indicateurs de performance dans ce domaine ne sont pas d'un niveau acceptable, les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation appliquées devront être modifiées en réamorçant les processus de FRM à l'Étape 2 ou au-delà (voir Figure 4-2). Les réglementeurs devraient demander aux exploitants de les informer lorsque certains indicateurs de performance en matière de sécurité atteignent certaines valeurs. Le réglementeur peut alors évaluer la façon dont l'exploitant compte régler le problème et suivre son traitement.

L'exploitant peut avoir intérêt à chercher d'autres informations en dehors de l'organisation (p. ex. dans les études publiées sur la fatigue). Il faudra probablement soumettre les membres d'équipage et d'autres services à l'égard des recommandations du Groupe d'action — Fatigue et sécurité. Peut-être faudra-t-il aussi examiner le fonctionnement du Groupe d'action lui-même, pour savoir pourquoi le FRMS ne fonctionne pas comme prévu.

La Figure 5-3 montre le suivi temporel d'une mesure de l'efficacité du FRMS conçu pour la compagnie Air New Zealand¹. On constate que le pourcentage du nombre de pilotes qui signalent un état de fatigue éprouvé au moins une fois par semaine a diminué au fil d'une série d'enquêtes menées entre 1993 et 2006.

5.2.3 Étape 3 — Détecter les dangers émergents

L'analyse des tendances marquées par les indicateurs de performance en matière de sécurité peut signifier l'émergence de dangers liés à la fatigue qu'on n'avait pas reconnus auparavant par les processus de FRM. Par exemple, les changements apportés à une partie de l'organisation peuvent accroître la charge de travail et le risque lié à la fatigue dans une autre partie de l'organisation. La détection des risques de fatigue émergents est donc une importante fonction des processus de performance de sécurité du FRMS, dont l'optique est plus vaste que celle des processus de FRM. Tout risque de fatigue récemment détecté, ou toute combinaison de risques existants pour laquelle les mesures de contrôle sont inefficaces, devrait être renvoyé au Groupe d'action — Fatigue et sécurité aux fins d'évaluation et de gestion par le processus de FRM (évaluation des risques et mise en œuvre de mesures de contrôle et de stratégies d'atténuation efficaces).

5.2.4 Étape 4 — Identifier les changements qui influent sur le FRMS

Dans l'environnement dynamique de l'aviation, les changements font normalement partie des opérations aériennes. Ils peuvent être commandés par des facteurs externes (p. ex. nouvelles exigences réglementaires, exigences variables en matière de sécurité, ou changements apportés au contrôle du trafic aérien). Ils peuvent aussi être commandés par des facteurs internes (p. ex. changements dans la gestion, nouvelles routes, nouveaux avions, nouveaux équipements ou nouvelles procédures). Les changements peuvent apporter, dans une nouvelle opération aérienne, de nouveaux dangers liés à la fatigue qu'il faut gérer. Par ailleurs, les changements peuvent réduire l'efficacité des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation mises en œuvre pour gérer les dangers existants dans ce domaine. L'Étape 4 du processus d'assurance sécurité du FRMS vise à identifier les cas où de nouveaux dangers peuvent être nés du changement.

L'Appendice 8 à l'Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, stipule qu'un exploitant doit disposer de processus d'assurance sécurité du FRMS qui présentent une méthodologie officielle de gestion du changement. Ces processus doivent comprendre, entre autres :

1. l'identification de changements, dans l'environnement opérationnel, qui peuvent influencer sur le FRMS ;
2. l'identification de changements, au sein de l'organisme, qui peuvent influencer sur le FRMS ;
3. l'examen d'outils disponibles qui pourraient servir à maintenir ou améliorer la performance du FRMS avant la mise en œuvre de changements.

Un processus de gestion du changement est une stratégie solide conçue pour l'identification et la gestion proactives des risques sécuritaires qui peuvent accompagner des changements importants apportés à une compagnie aérienne². Lorsqu'un changement est planifié, les étapes suivantes peuvent être suivies :

- Appliquer les processus de FRM pour détecter les dangers liés à la fatigue, évaluer le risque associé, et proposer des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation.
- Obtenir la confirmation, de la part de la direction ou des responsables compétents, du niveau acceptable du risque résiduel.

1. La Figure 5-3 est utilisée avec l'aimable autorisation du D^r David Powell.

2. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI.

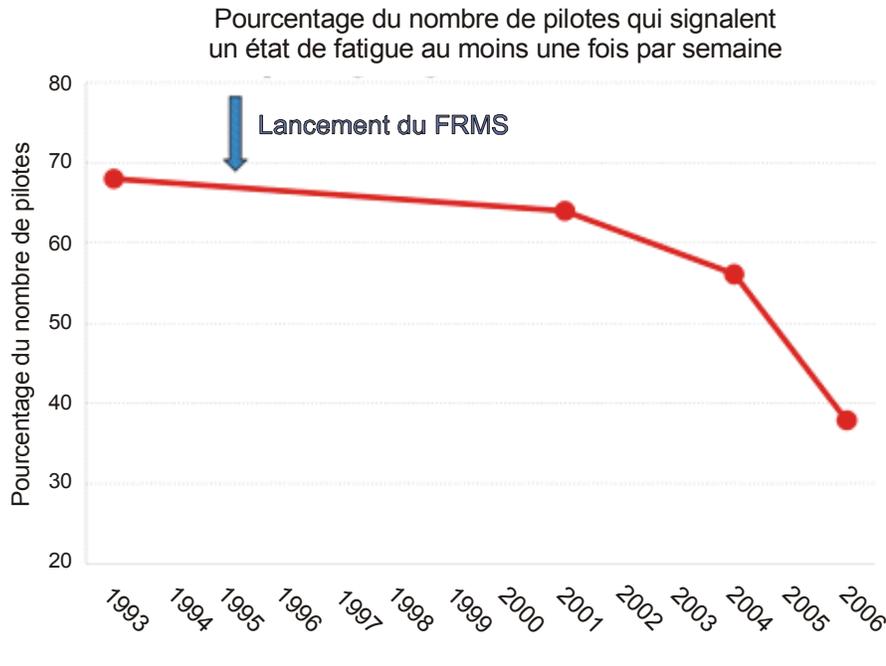


Figure 5-3. Baisse du nombre de rapports d'état de fatigue fournis par des membres d'équipage au cours d'une série d'enquêtes menées par la compagnie Air New Zealand

- Au cours de la mise en œuvre du changement, appliquer le processus d'assurance sécurité du FRMS, pour informer régulièrement les responsables de la compagnie que le FRMS fonctionne comme prévu dans les nouvelles conditions. On pourrait, par exemple, prévoir une période de validation pour une nouvelle route ULR. Pendant cette période, la fatigue des membres d'équipage ferait l'objet d'une surveillance supplémentaire, et d'une évaluation plus fréquente des objectifs et des indicateurs de performance du FRMS en matière de sécurité. La documentation sur les rapports entre la stratégie de gestion du changement et la gestion de la fatigue relève aussi du Groupe d'action — Fatigue et sécurité.

Les changements apportés à l'environnement opérationnel peuvent aussi nécessiter des changements quant au FRMS proprement dit. Il faudra, par exemple, inclure de nouvelles opérations dans le champ d'application du FRMS, recueillir divers types de données, modifier les programmes de formation, etc. Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité devrait proposer de tels changements et les faire approuver par les responsables compétents.

5.2.5 Étape 5 — Améliorer l'efficacité du FRMS

L'évaluation permanente par le processus d'assurance sécurité du FRMS permet non seulement d'adapter ce système à l'évolution des besoins opérationnels, mais aussi d'améliorer constamment la gestion des risques de fatigue. Ainsi, les mesures de contrôle des risques dont les conséquences sont imprévues, ou qui sont devenues inutiles à cause de changements apportés à l'environnement opérationnel ou organisationnel, peuvent être identifiées, pour être ensuite modifiées ou éliminées par le processus de FRM. En voici des exemples :

1. les évaluations courantes d'installations, d'équipements, de documentations et de procédures ;
2. la détermination du besoin d'adopter un nouvel ensemble de processus et de procédures pour atténuer les risques émergents liés à la fatigue.

Il est essentiel que les changements apportés au FRMS soient documentés par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, pour être mis à la disposition des responsables de l'audit interne et réglementaire.

5.3 ATTRIBUER LA RESPONSABILITÉ DES PROCESSUS D'ASSURANCE SÉCURITÉ DU FRMS

Pour assurer une bonne supervision du fonctionnement du FRMS, et pour examiner son fonctionnement en rapport avec le SGS, les processus d'assurance sécurité du FRMS doivent fonctionner en étroit concert avec le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, mais dans une certaine indépendance à l'égard de ce groupe. Le but est d'éviter que celui-ci n'examine sa propre performance. La Figure 5-4 illustre un exemple de la façon dont la responsabilité des processus d'assurance sécurité du FRMS pourrait être confiée dans une grande organisation.

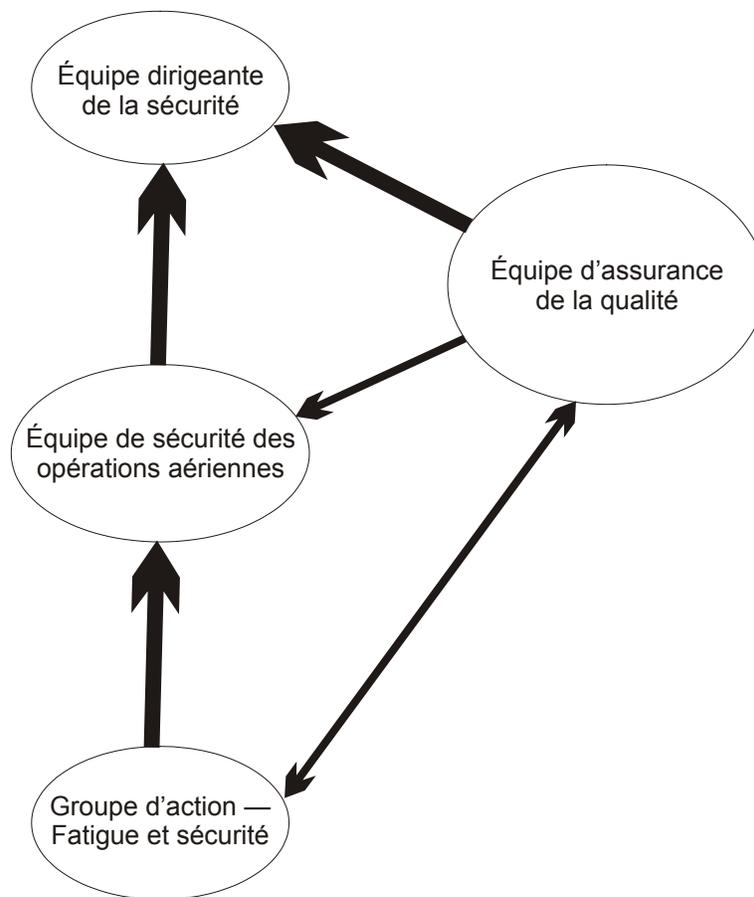


Figure 5-4. Exemple d'attribution de la responsabilité des processus d'assurance sécurité dans le service des opérations aériennes d'une grande organisation

Dans cet exemple, le Groupe d'action — Fatigue et sécurité est responsable envers l'Équipe de sécurité des opérations aériennes. Cette équipe est à son tour responsable envers l'Équipe dirigeante de la sécurité. Sur la Figure 5-4, ces rapports hiérarchiques sont indiqués par des flèches en traits forts. (Dans une grande organisation, il y aura probablement un jour un FRMS et un Groupe d'action distincts pour chacun des services suivants : opérations aériennes, maintenance, opérations au sol et services en vol.) Les traits fins représentent les flux d'informations.

La responsabilité principale des processus d'assurance sécurité du FRMS est confiée à un responsable de l'assurance qualité ou à un groupe responsable envers l'Équipe dirigeante de la sécurité. Cette personne ou ce groupe :

- maintient des liens étroits avec le Groupe d'action — Fatigue et sécurité ;
- adresse à l'Équipe de sécurité des opérations aériennes les recommandations nécessaires pour améliorer le fonctionnement du FRMS ;
- adresse à l'Équipe de sécurité pour la maintenance les recommandations nécessaires pour améliorer le fonctionnement du FRMS ;
- adresse à l'Équipe de sécurité pour les opérations au sol les recommandations nécessaires pour améliorer le fonctionnement du FRMS ;
- adresse à l'Équipe de sécurité pour les services en vol les recommandations nécessaires pour améliorer le fonctionnement du FRMS ;
- surveille les changements — apportés à l'environnement réglementaire et à l'environnement d'exploitation — qui peuvent influencer sur le fonctionnement du FRMS.

Dans le cas d'un petit exploitant, la responsabilité des processus d'assurance sécurité du FRMS pourrait incomber à une personne plutôt qu'à une équipe. Cette personne pourrait également avoir diverses autres responsabilités concernant l'assurance qualité. Une seule équipe de sécurité pourrait être chargée des opérations aériennes, des services en vol, des opérations au sol et de la maintenance.

5.4 EXEMPLES DE PROCESSUS D'ASSURANCE SÉCURITÉ DU FRMS EN INTERACTION AVEC DES PROCESSUS DE FRM

La Figure 5-5 résume les interactions entre les processus de FRM et ceux d'assurance sécurité du FRMS. Les deux systèmes fonctionnent de façon dynamique en réponse aux informations et aux données recueillies, et chacun d'eux réagit aux changements apportés à l'autre.

Les exemples ci-après illustrent les processus d'assurance sécurité du FRMS, et décrivent leurs façons propres d'interagir avec les processus de FRM.

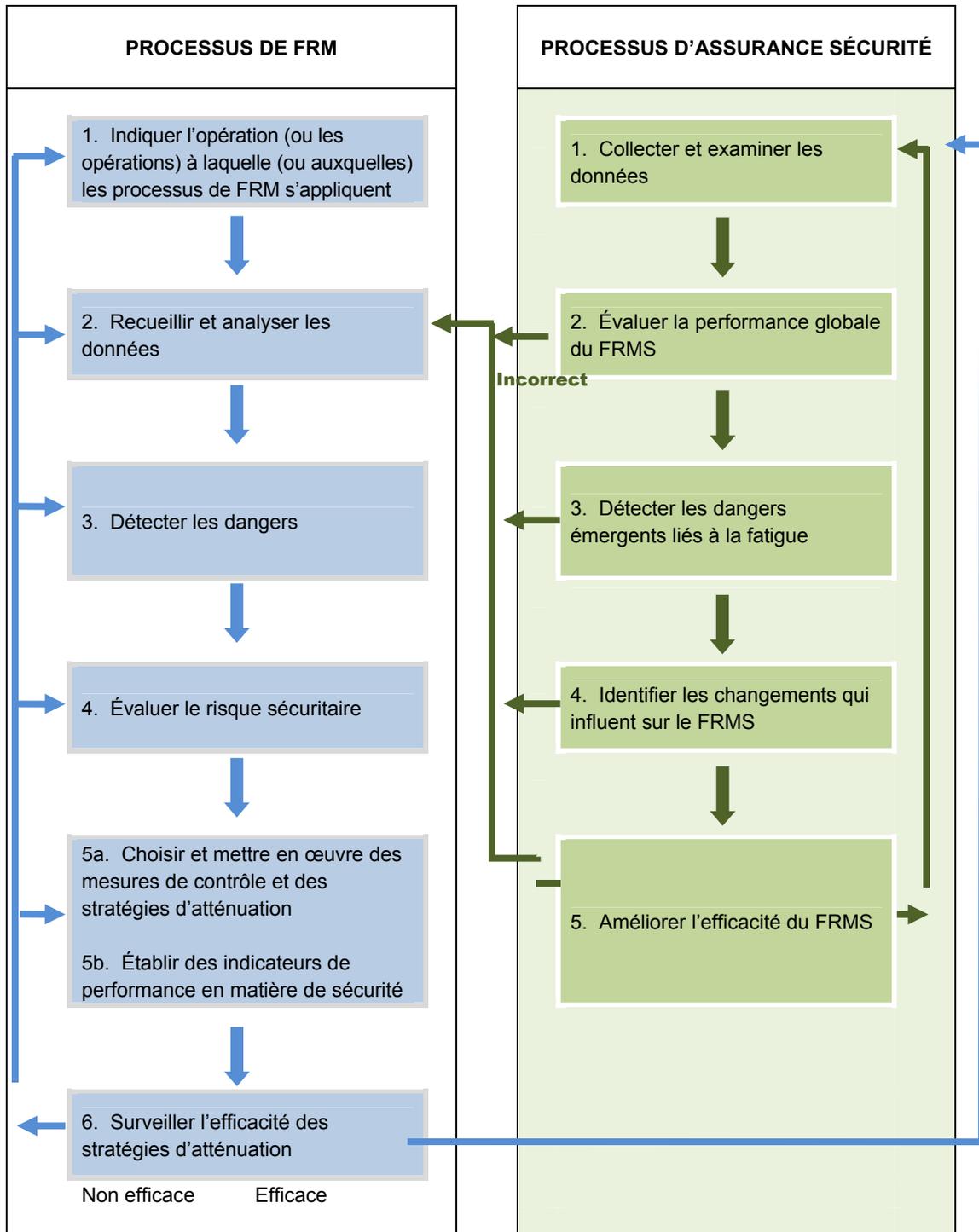


Figure 5-5. Interactions entre les processus de FRM et les processus d'assurance sécurité du FRMS

Dans l'exemple de la Figure 5-6, par suite d'une évaluation des risques (Étape 4 du processus de FRM), le Groupe d'action — Fatigue et sécurité considère une durée de service de 13 heures comme l'un de ses indicateurs de performance en matière de sécurité (IPS). Le but consiste à limiter à deux cas au maximum les durées de service dépassant 13 heures par semaine sur les vols de B-747. Le Groupe d'action recueille et évalue des données mensuelles sur les dépassements prévus et réels de ces 13 heures pour tous ses vols sur le B-747 à l'arrivée et au départ de l'aéroport-pivot. Pendant trois mois consécutifs, la tendance aux dépassements est à la hausse.

La Figure 5-7 illustre un exemple de court-courrier, dans lequel l'usage du pouvoir discrétionnaire du commandant fait l'objet d'un suivi considéré comme un indicateur de performance en matière de sécurité. La plupart des règlements adoptés par les États permettent de prolonger les périodes de service de vol le jour de l'opération, au gré du commandant responsable.

Dans cet exemple concernant les processus du FRMS, le Groupe d'action a procédé à une évaluation des risques (voir Tableau 4-2d), et a décidé de fixer les seuils suivants pour les vols court-courriers :

- zone de niveau intolérable — pouvoir discrétionnaire utilisé pour au moins 25 % des périodes de service de vol pendant une période de deux mois ;

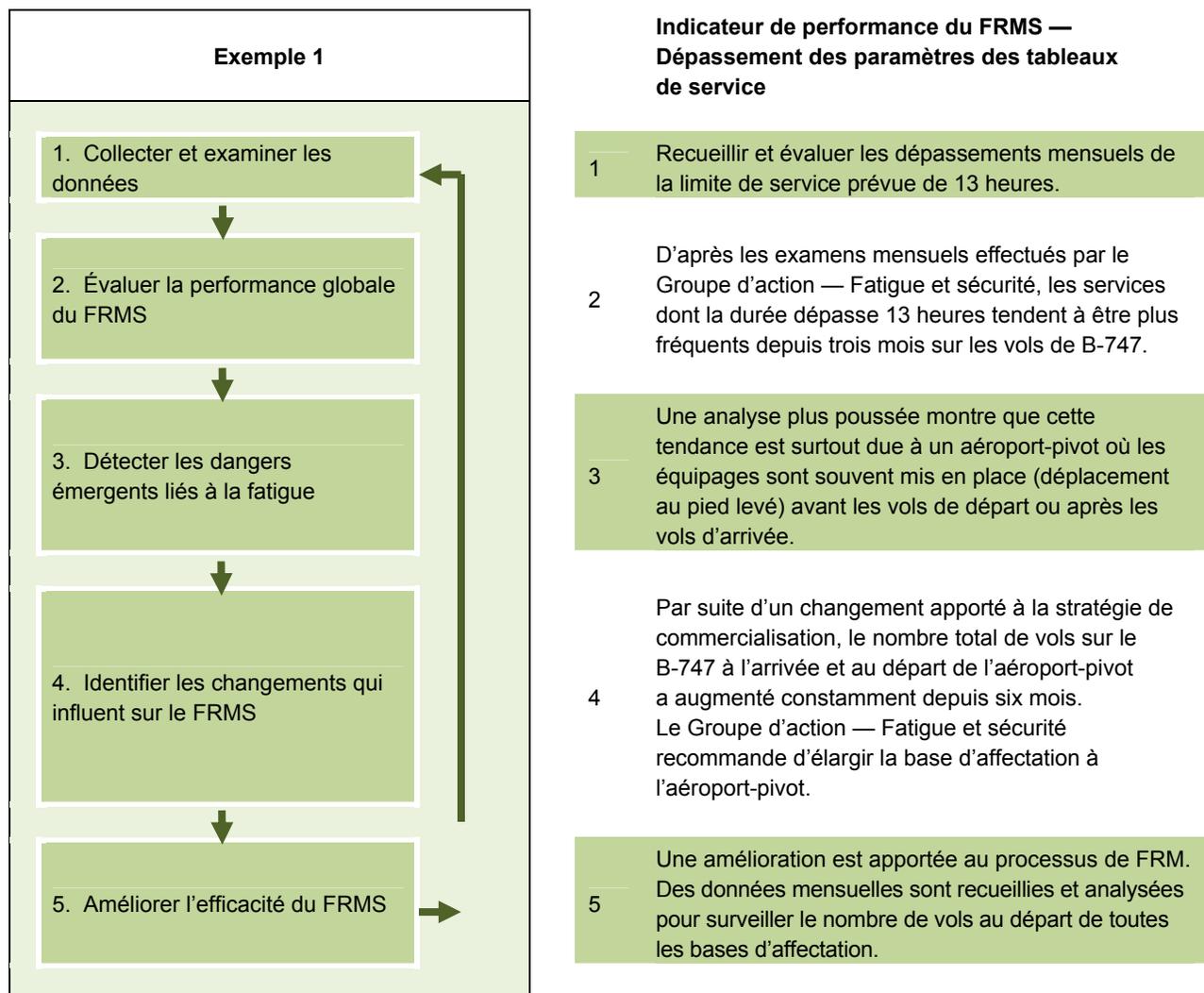


Figure 5-6. Processus d'assurance sécurité du FRMS — Exemple 1

- zone de niveau tolérable — pouvoir discrétionnaire utilisé pour 10 à 25 % des périodes de service de vol pendant une période de deux mois ;
- zone de niveau acceptable — pouvoir discrétionnaire utilisé pour moins de 10 % des périodes de service de vol pendant une période de deux mois.

En outre, les retards dépassant deux heures doivent être consignés et présentés au Groupe d'action — Fatigue et sécurité.

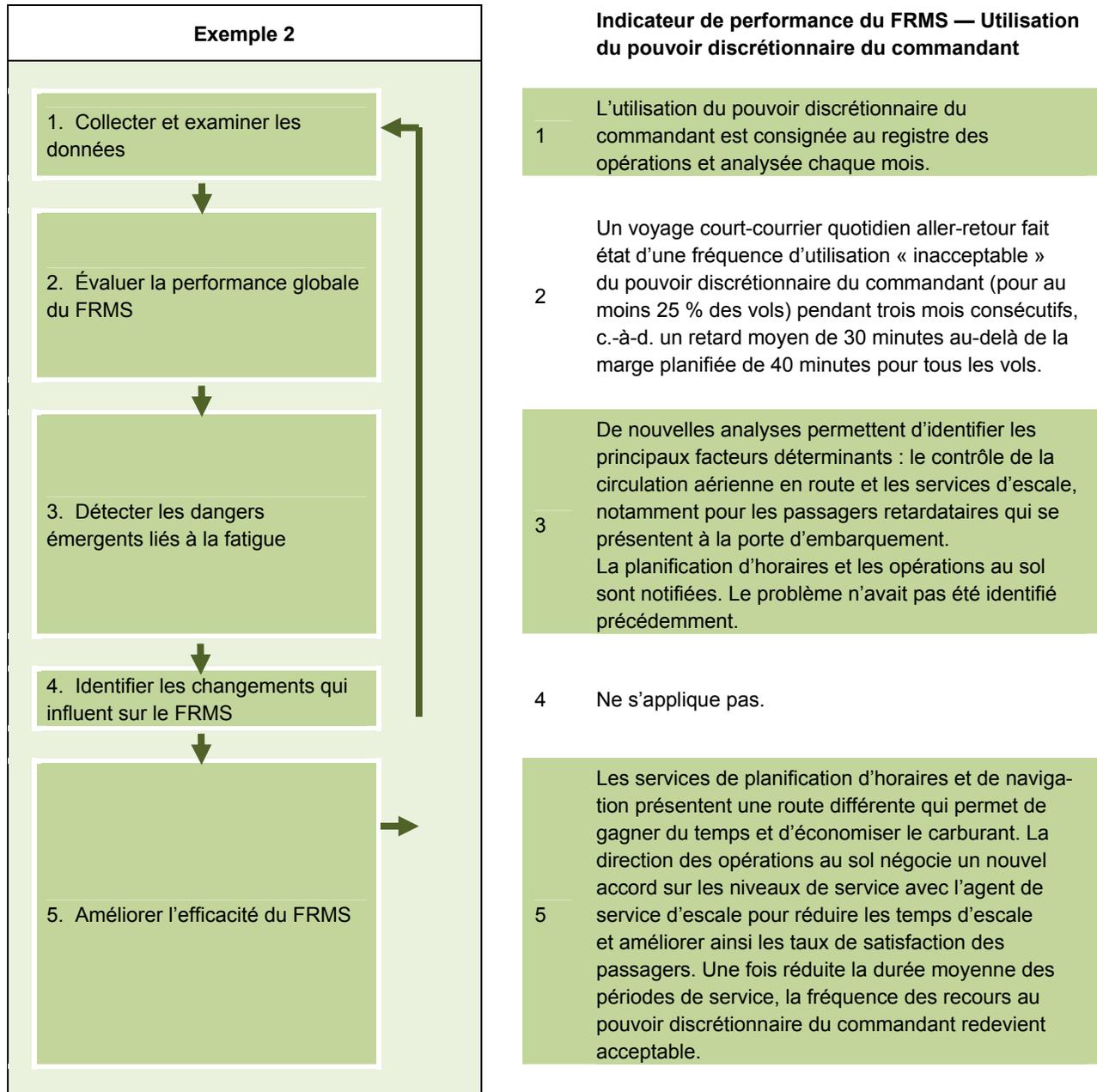


Figure 5-7. Processus d'assurance sécurité du FRMS — Exemple 2

Les données sur l'utilisation du pouvoir discrétionnaire sont consignées dans un registre généré par le système de gestion du personnel de l'exploitant. Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité analyse ces données chaque mois pour s'assurer que les voyages créés par le logiciel de planification sont réalistes dans les conditions d'exploitation normales. Les données sont ensuite triées par voyage (périodes successives de service de vol). Le tri fait la distinction entre les voyages réguliers (renouvelés pour plusieurs périodes d'inscription au tableau de service, par exemple choix personnels du mois) et les voyages organisés temporairement pour tenir compte des variations de la planification ou de la disponibilité des membres d'équipage sur une base d'affectation particulière. Les données sont également analysées en fonction du rang, de la catégorie et des qualifications des membres d'équipage. Le but est d'établir, par exemple, si les voyages marqués par l'utilisation fréquente du pouvoir discrétionnaire sont évités par des membres d'équipage de rang supérieur.

Le prochain exemple (Figure 5-8) concerne un exploitant dont le FRMS utilise, pour la planification des horaires, des valeurs maximales très en deçà des limites du système établies en fonction des risques, et approuvées par le réglementeur. Dans cet exemple, au cours d'une journée particulière et sur une base d'affectation donnée, la valeur maximale des périodes de service planifiées, qui est définie dans le FRMS, a été maintes fois dépassée.

Tout dépassement des temps de service planifiés exige la présentation d'un rapport au Groupe d'action — Fatigue et sécurité. Ce rapport s'ajoute à la documentation du FRMS aux fins d'audit réglementaire. En outre, les processus d'assurance sécurité du FRMS exigent une enquête pour chaque dépassement, ainsi que les mesures correctives nécessaires. Dans cet exemple, les fonctions liées à l'assurance sécurité du FRMS font partie de l'ensemble des fonctions du SGS dans ce domaine. On s'assure ainsi que la gestion des risques liés à la fatigue n'entraîne pas des conséquences imprévues dans la gestion globale des risques, que les mesures du Groupe d'action — Fatigue et sécurité ne sont pas autocontrôlées, et que les ressources sont correctement réparties à travers l'ensemble du FRMS et du SGS.

Dans cet exemple, l'examen mensuel des dépassements, assuré par l'équipe du SGS chargée des processus d'assurance sécurité du FRMS, identifie une série de dépassements survenus le même jour et au même endroit. L'équipe notifie le Groupe d'action — Fatigue et sécurité. Celui-ci prend alors contact avec le responsable hiérarchique chargé des ressources d'affectation ce jour-là, et lui demande d'interroger le personnel alors en service. L'enquête révèle qu'il y avait ce jour-là une série de problèmes dont la coïncidence a causé de nombreux dépassements des limites prévues pour les temps de service. Il est peu probable que cette même combinaison de problèmes se reproduise. Cependant, l'efficacité du FRMS est accrue par une série d'améliorations de la gestion du personnel au bureau des équipes lorsque la charge de travail devient imprévisible.

Les analyses mensuelles de dépassements qui portent sur les limites de temps de service prescrites dans le FRMS pourraient prendre en compte les facteurs suivants :

- le nombre total de dépassements de Niveau 1 et de Niveau 2 ;
- les secteurs de l'organisation concernés par les dépassements ;
- les causes de dépassement et les circonstances atténuantes ;
- les types de retard concernant la présentation de rapports sur les dépassements.

Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité est responsable de la conception et de la mise en œuvre de toutes mesures d'atténuation recommandées, de concert avec l'équipe chargée des processus d'assurance sécurité du FRMS.

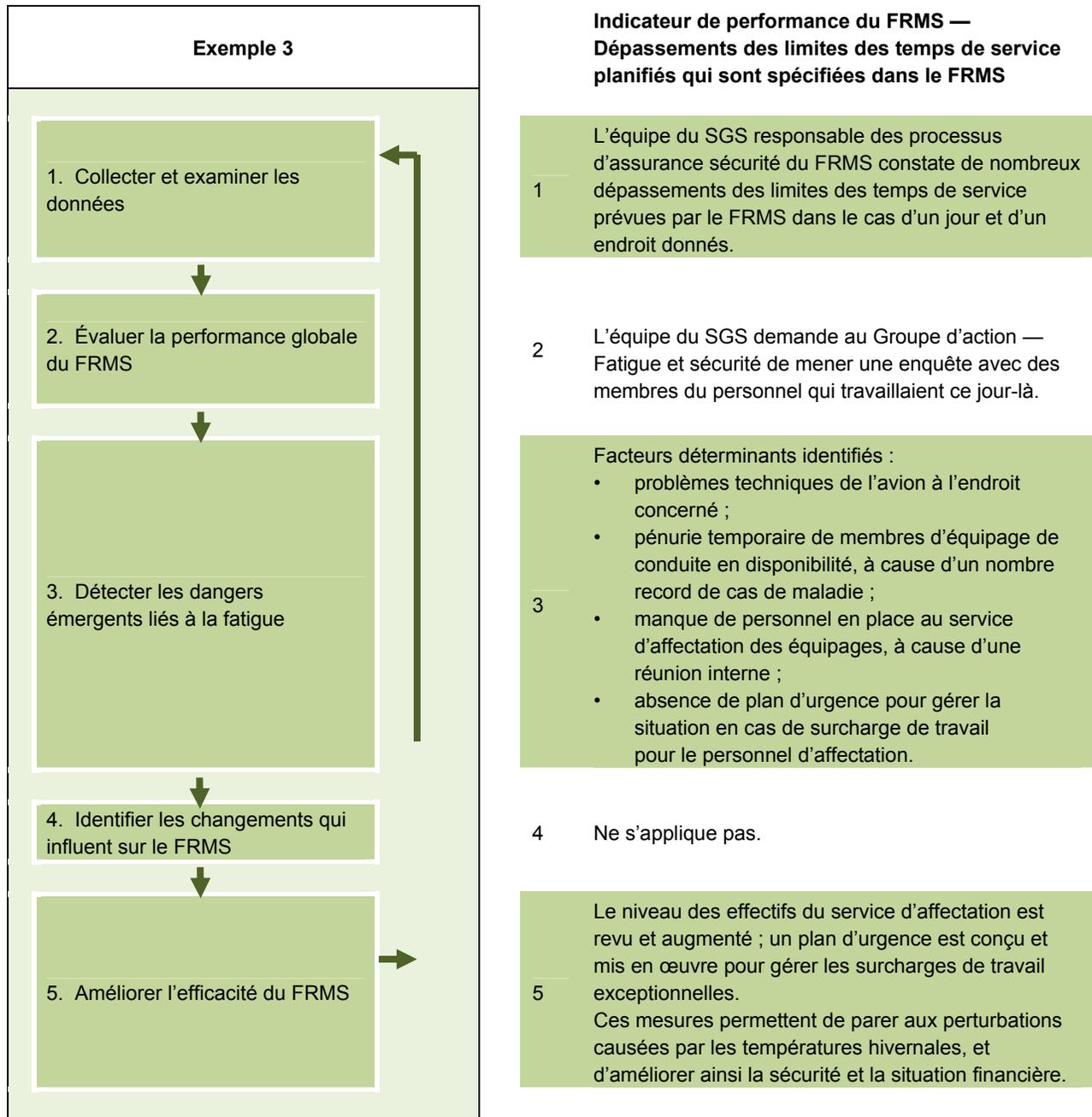


Figure 5-8. Processus d'assurance sécurité du FRMS — Exemple 3

L'exemple de la Figure 5-9 illustre un autre type d'indicateur de performance en matière de sécurité du FRMS. Il s'agit d'un code intégré au logiciel du tableau de service qui indique le moment où un membre d'équipage approche de la limite imposée du maximum permmissible d'heures de vol mensuelles. Si le code est réglé pour se déclencher au-dessous de la limite du nombre d'heures conforme à la politique sur le FRMS, on obtient une marge qui permet une certaine flexibilité, ce qui réduit le risque de dépassement. En fait, le code fonctionne comme une cote d'alerte.

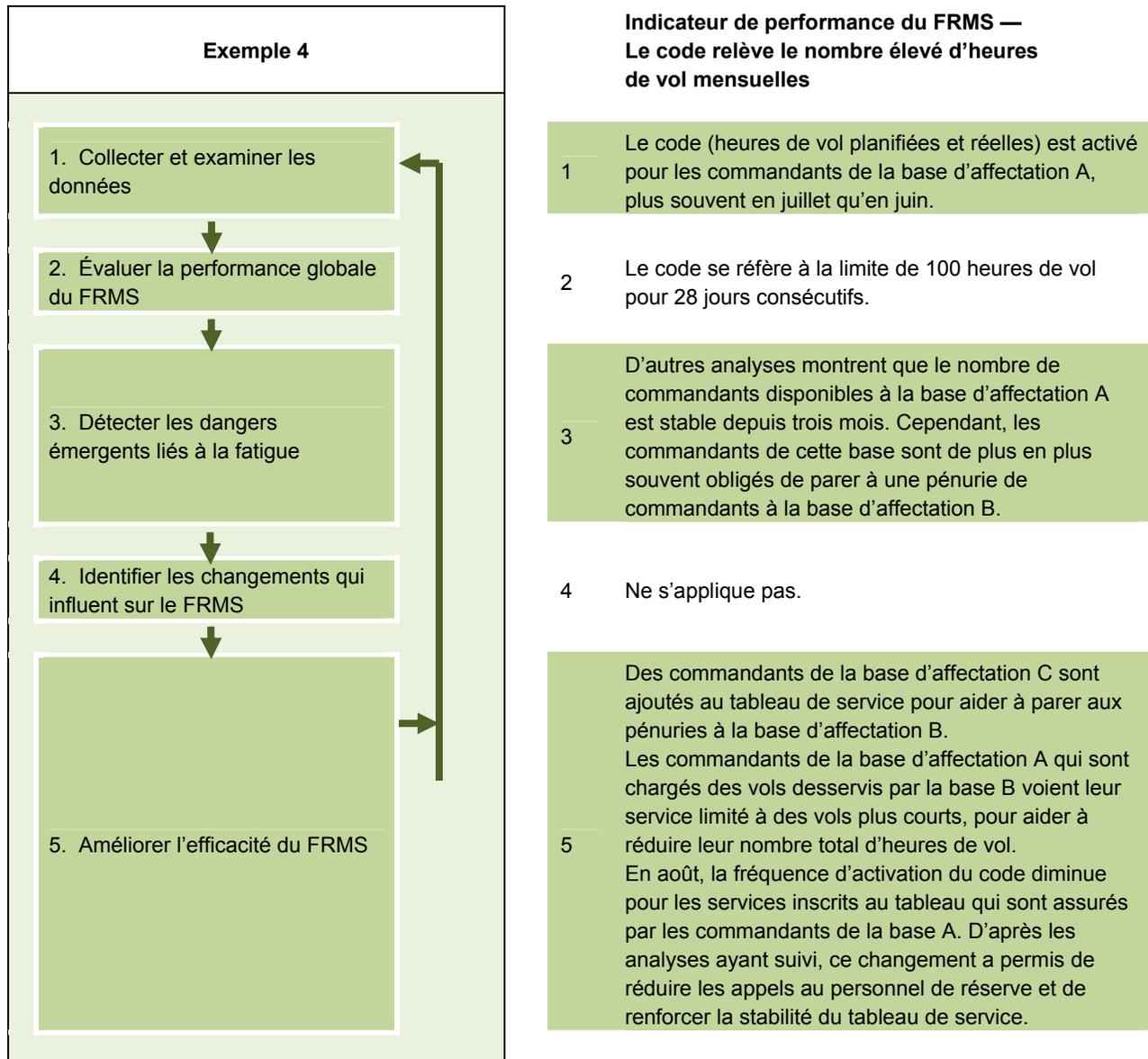


Figure 5-9. Processus d'assurance sécurité du FRMS — Exemple 4

Chaque mois, le Groupe d'action — Fatigue et sécurité analyse la fréquence d'activation du code, c'est-à-dire combien souvent des membres d'équipage approchent du nombre maximum d'heures de vol mensuelles, et dans quel endroit. Une tendance à la hausse indiquée par le code traduit une augmentation de la charge de travail pour les membres d'équipage de conduite. Cette augmentation peut être due à celle du nombre de vols alors planifiés, ou à une réduction du nombre de membres d'équipage disponibles pour les desservir, ou même à ces deux facteurs à la fois. Des analyses saisonnières sont également entreprises pour indiquer s'il s'agit d'un régime cyclique normal qui exige des mesures correctives à court terme, ou d'une tendance distincte à la hausse qui exige des mesures correctives à long terme.

Dans l'Exemple 4, les analyses mensuelles provenant du Groupe d'action — Fatigue et sécurité révèlent que la fréquence des activations du code dues aux heures de vol planifiées et effectives a augmenté en juillet par rapport à juin, pour ce qui concerne les commandants en poste à une base d'affectation particulière.

Note.— Il est possible d'intégrer un choix de codes au logiciel du tableau de service pour pointer les moments où divers paramètres du tableau approchent des limites prescrites dans le FRMS. Ces codes peuvent être divisés en plusieurs catégories, par exemple selon la flotte d'avions, le rang des membres d'équipage et la base d'affectation. Ils peuvent être ensuite analysés de plusieurs façons, notamment :

- le nombre d'activations des codes pour les horaires réels par rapport au nombre d'activations pour les horaires du tableau de service ;
 - l'analyse conçue pour indiquer quelle est la limite des heures de service ou de vol le plus souvent approchée, et dans quelle partie de l'opération cette occurrence est la plus probable ;
 - l'évolution mois par mois du nombre d'activations des codes ;
 - l'examen des tendances observées sur 13 mois (recalculées chaque mois au cours des derniers 13 mois, pour couvrir un cycle complet de changements saisonniers) ;
 - les tendances à plus long terme, par exemple sur une durée de trois ans, selon le rang des membres d'équipage.
-

Chapitre 6. Processus de promotion du FRMS

6.1 INTRODUCTION AUX PROCESSUS DE PROMOTION DU FRMS

Ce chapitre explique les exigences prescrites pour les processus de promotion du FRMS qui comprennent des programmes de formation et un plan de communication. La Figure 6-1 résume les liens entre les processus de promotion du FRMS et d'autres éléments de ce système. Avec sa politique et sa documentation, les processus de promotion du FRMS appuient ses activités d'exploitation essentielles (les processus de FRM et les processus d'assurance sécurité du FRMS).

Tout comme le SGS, le FRMS mise sur l'efficacité des communications entre tous les services de l'exploitant¹. D'une part, il faut établir des communications régulières avec tous les acteurs au sujet des activités et de la performance du FRMS en matière de sécurité. Selon le type d'organisation, ce réseau de communications peut être établi par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, par le SGS ou par un cadre supérieur chargé du plan de communication du FRMS. D'autre part, les membres d'équipage et d'autres acteurs doivent pouvoir informer rapidement et clairement le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, ou toute autre direction compétente, de leurs préoccupations quant aux dangers liés à la fatigue.

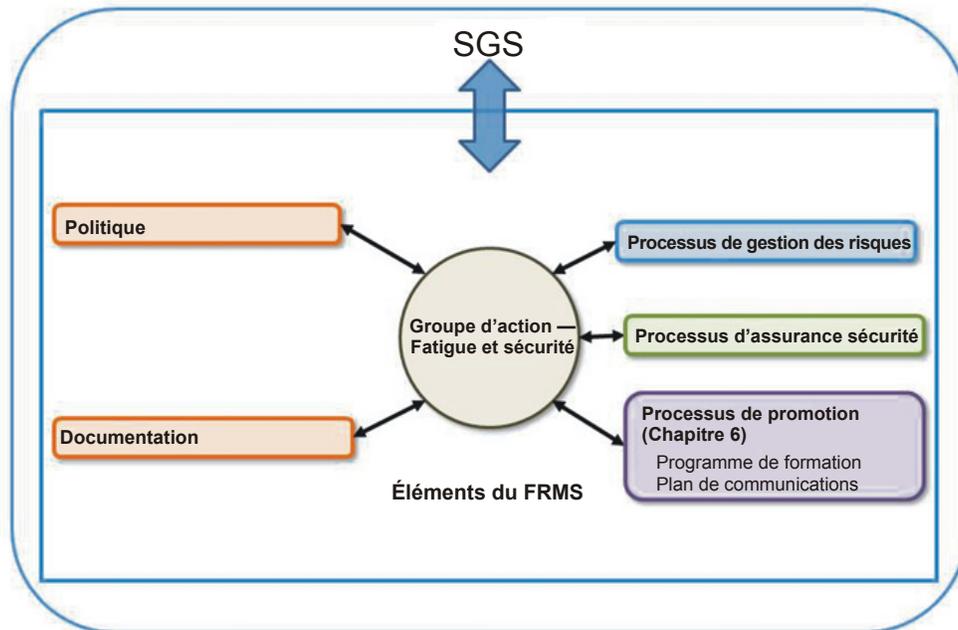


Figure 6-1. Liens entre les processus de promotion et d'autres éléments du FRMS

1. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI, § 9.1.

Tout le personnel concerné devrait acquérir les compétences nécessaires pour assumer ses responsabilités concernant le FRMS. En outre, les normes d'une formation initiale et périodique devraient être spécifiées dans la documentation pertinente. Le programme de formation sur le FRMS a ceci de spécial que les grands principes de la science de la fatigue — la gestion du sommeil et la connaissance des effets de l'horloge biologique circadienne — concernent non seulement les rôles professionnels des responsables du FRMS, mais aussi leur vie personnelle en dehors de leur travail, par exemple ce qui touche la conduite automobile sécuritaire et le maintien en bonne santé. Ainsi, la formation sur le FRMS couvre des sujets qui nous intéressent tous, et c'est ce qui peut aider à promouvoir le concept de partage des responsabilités à l'égard d'un FRMS.

Voici les exigences de l'OACI relatives aux processus de promotion du FRMS (Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1).

Appendice 8 à l'Annexe 6, Partie 1

4. Processus de promotion du FRMS

Les processus de promotion du FRMS appuient le perfectionnement constant du FRMS, l'amélioration continue de son fonctionnement général et la réalisation de niveaux de sécurité optimaux. L'exploitant élaborera et mettra en œuvre, dans le cadre de son FRMS :

- a) des programmes de formation destinés à garantir des compétences qui conviennent aux rôles et responsabilités de la direction, des équipages de conduite et de cabine et de tous les autres personnels visés par le FRMS ;
- b) un plan de communication efficace sur le FRMS qui :
 - 1) énonce les politiques, procédures et responsabilités relatives au FRMS à toutes les parties prenantes concernées ;
 - 2) précise les voies de communication utilisées pour rassembler et diffuser les renseignements concernant le FRMS.

6.2 PROGRAMMES DE FORMATION SUR LE FRMS

Outre les exigences mentionnées ci-dessus, l'Appendice 8 à l'Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, stipule que : « L'exploitant élaborera et tiendra à jour une documentation relative au FRMS qui énonce et consigne [...] les programmes et les besoins en matière de formation sur le FRMS et les fiches de présence. » L'Appendice 8 recommande aussi que les réglementeurs fixent des exigences, en matière de compétences, pour les instructeurs chargés de la formation sur le FRMS. Ces instructeurs peuvent faire partie du service de formation de l'exploitant ou être des entrepreneurs externes.

6.2.1 Qui a besoin d'une formation ?

Pour rendre un FRMS efficace, tous les membres du personnel qui contribuent à la performance du système en matière de sécurité ont besoin d'une bonne formation. Cet effectif comprend les membres d'équipage, les préposés à l'affectation des équipages, les agents d'opération, les décideurs opérationnels, tous les membres du Groupe d'action — Fatigue et sécurité, ainsi que les responsables de l'évaluation globale des risques opérationnels et de l'attribution des ressources. Il comprend aussi des membres de la haute direction, notamment le dirigeant responsable du FRMS et les cadres supérieurs de tout service chargé de gérer les opérations dans le cadre du FRMS.

6.2.2 Programme d'études

Le contenu des programmes de formation devrait être adapté aux connaissances et aux capacités exigées de chaque groupe pour qu'il contribue efficacement à desservir le FRMS. Tous les groupes ont besoin d'une formation de base sur la dynamique du manque et de la récupération de sommeil, sur les effets du cycle quotidien de l'horloge biologique circadienne, et sur les façons dont ces facteurs interagissent avec les exigences opérationnelles pour créer un état de fatigue (voir Chapitre 2). En outre, les membres de tous les groupes ont intérêt à être renseignés sur la façon de gérer leurs problèmes personnels de fatigue et de sommeil.

Le *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI recommande une approche modulaire de la formation. En appliquant cette approche à la formation des **membres d'équipage**, les instructeurs pourraient traiter les contenus suivants :

- un survol de la structure du FRMS et le fonctionnement du système dans l'organisation de l'exploitant ;
- leurs responsabilités et celles de l'exploitant à l'égard du FRMS, notamment la bonne présentation de rapports sur la sécurité ;
- les causes et conséquences de la fatigue dans l'opération (ou les opérations) desservie(s) par les membres d'équipage ;
- les processus de FRM dans lesquels les membres d'équipage jouent un rôle essentiel, notamment dans l'utilisation de systèmes de rapport sur la fatigue et dans la mise en œuvre de stratégies d'atténuation ;
- l'importance des données exactes sur la fatigue (données subjectives et objectives) ;
- comment identifier leurs propres états de fatigue et ceux d'autres personnes ;
- les stratégies personnelles qu'ils peuvent appliquer pour améliorer la qualité de leur sommeil lorsqu'ils sont chez eux, et pour réduire au minimum, pendant les heures de service, leurs propres risques liés à la fatigue et ceux d'autres personnes ;
- les données de base sur les troubles du sommeil et leur traitement, où trouver de l'aide au besoin, et toutes exigences concernant l'aptitude à voler.

La formation sur le FRMS conçue pour les membres du personnel chargé de l'**affectation des équipages** pourrait traiter les sujets suivants :

- un survol de la structure du FRMS et le fonctionnement du système dans l'organisation de l'exploitant, notamment une bonne culture en matière de rapports ;
- une bonne connaissance des sujets suivants : les effets de la planification d'horaires sur les possibilités de sommeil et sur le dérèglement du cycle de l'horloge circadienne ; la nature du risque ainsi créé par la fatigue ; et la façon dont une bonne planification peut atténuer ces risques ;
- une formation complète sur l'utilisation et les limitations de tous outils de planification et de modèles biomathématiques ou autres algorithmes qui peuvent servir à prédire les niveaux de fatigue de membres d'équipage dans l'ensemble des horaires et des tableaux de service ;
- leur rôle dans le FRMS en rapport avec la connaissance des dangers liés à la fatigue et l'évaluation des risques ;
- les processus et procédures conçus pour évaluer l'impact éventuel, sur la fatigue, des changements prévus de la planification d'horaires, et pour s'assurer que le Groupe d'action — Fatigue et sécurité planifie rapidement des changements axés sur les risques graves causés par la fatigue ;

- les processus et procédures conçus pour mettre en œuvre les changements de la planification recommandés par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité ;
- comment identifier leurs propres états de fatigue et ceux d'autres personnes ;
- les stratégies personnelles qu'ils peuvent appliquer pour améliorer chez eux la qualité de leur sommeil, et pour réduire au minimum, pendant les heures de service, leurs propres risques liés à la fatigue et ceux d'autres personnes ;
- les données de base sur les troubles du sommeil et leur traitement, et où trouver de l'aide au besoin.

La formation sur le FRMS conçue pour les **membres du Groupe d'action — Fatigue et sécurité**, et pour d'autres responsables des prises de décisions sur la sécurité qui influent sur la performance du FRMS, pourrait viser (au moins) :

- une parfaite connaissance de l'ensemble des éléments et composantes (la politique et la documentation ; les processus de détection des dangers, l'évaluation, l'atténuation et la surveillance des risques ; les processus d'assurance sécurité pour surveiller la performance du FRMS, gérer le changement et assurer l'amélioration continue du FRMS ; et les processus de promotion du FRMS, notamment la formation et la communication) ;
- les responsabilités et obligations de divers acteurs à l'égard du FRMS ;
- les liens entre le FRMS et plusieurs parties de l'ensemble du système de gestion de la sécurité qui relève de l'exploitant ;
- les liens entre le FRMS et d'autres parties de l'organisation, comme le service de planification, les opérations aériennes ou le service médical ;
- les exigences réglementaires prévues pour le FRMS ;
- comment identifier leurs propres états de fatigue et ceux d'autres personnes ;
- les stratégies personnelles qu'ils peuvent appliquer pour améliorer chez eux la qualité de leur sommeil, et pour réduire au minimum, pendant les heures de service, leurs propres risques liés à la fatigue et ceux d'autres personnes ;
- les données de base sur les troubles du sommeil et leur traitement, et où trouver de l'aide au besoin.

La formation sur le FRMS conçue pour les membres de la **haute direction** pourrait viser :

- une connaissance générale de la fatigue des membres d'équipage et des risques sécuritaires qu'elle représente pour l'organisation de l'exploitant ;
- un aperçu de la structure et du fonctionnement du FRMS, notamment les concepts du partage des responsabilités et d'une bonne culture en matière de rapports, ainsi que le rôle du Groupe d'action — Fatigue et sécurité ;
- les responsabilités et les obligations de divers acteurs envers le FRMS comme envers eux-mêmes ;
- un aperçu des types de stratégies d'atténuation qui sont employés par l'organisation de l'exploitant ;
- les paramètres d'assurance sécurité du FRMS qui sont employés par l'organisation de l'exploitant ;
- les liens entre le FRMS et d'autres parties du système de gestion de la sécurité géré par l'exploitant ;

- les liens entre le FRMS et d'autres parties de l'organisation, comme le service de planification, les opérations aériennes ou le service médical ;
- les exigences réglementaires du FRMS ;
- comment identifier leurs propres états de fatigue et ceux d'autres personnes ;
- les stratégies personnelles qu'ils peuvent appliquer pour améliorer chez eux la qualité de leur sommeil, et pour réduire au minimum, pendant les heures de service, leurs propres risques liés à la fatigue et ceux d'autres personnes ;
- les données de base sur les troubles du sommeil et leur traitement, et où trouver de l'aide au besoin.

Plusieurs exemples de documents de formation élaborés dans le cadre du Programme de contre-mesures de la NASA relatives à la fatigue, pour les équipages de conduite dans divers types d'opérations, sont gratuitement accessibles sur Internet².

- le programme initial de formation générique intitulé « Crew Factors in Flight Operations X: Alertness Management in Flight Operations Education Module » est disponible à l'adresse suivante :
http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20020078410_2002126547.pdf
- le programme de formation intitulé « Crew Factors in Flight Operations XIV: Alertness Management in Regional Flight Operations Education Module » est disponible à l'adresse suivante :
http://human-factors.arc.nasa.gov/zteam/PDF_pubs/REGTM_XIV.pdf
- le programme de formation intitulé « Crew Factors in Flight Operations XV: Alertness Management in General Aviation Education Module » est disponible à l'adresse suivante :
http://humanfactors.arc.nasa.gov/publications/B_Flight_Ops_XV_GAETM1.pdf

Ces programmes de formation exploitent des données sur la sécurité et des études scientifiques liées à la fatigue. Chaque programme comporte un diaporama et un texte explicatif. Ces documents doivent servir de ressource personnelle aux membres d'équipage, ou de présentation en direct qui dure au moins une heure. En outre, les modules de l'aviation générale et régionale comprennent des sommaires extraits d'un certain nombre d'études et de rapports sur la sécurité qui proviennent de la NASA. On notera que ces documents datent de 2001-2002. Ils doivent donc être actualisés pour tenir compte des données et des informations scientifiques plus récentes en matière de sécurité. Ils contiennent cependant de bons exemples du type et du niveau d'informations qui peuvent servir au début d'une formation sur le FRMS, notamment pour les équipages de conduite. Ces exemples sont utiles, mais chaque exploitant devra examiner dans quelle mesure les matériels de formation conviennent à ses propres besoins opérationnels.

Le Tableau 6-1 donne quelques exemples de stratégies personnelles d'atténuation de la fatigue, qui pourraient faire partie de la formation sur le FRMS destinée aux équipages de conduite.

2. Adresses web à jour depuis janvier 2012.

Tableau 6-1. Exemples de dangers liés à la fatigue et de stratégies d'atténuation personnelles (liste non exhaustive)

Danger lié à la fatigue	Stratégies d'atténuation personnelles
Sommeil à la maison troublé par un nourrisson	Aller dans une pièce tranquille pour le sommeil qui précède le départ. Optimiser le sommeil au cours des 24 heures qui précèdent le départ. Repos contrôlé au poste de pilotage ; optimiser le sommeil au cours des périodes de repos en vol (si possible). Utilisation stratégique de la caféine pendant le vol.
Somnolence en vol — Équipages non renforcés	Optimiser le sommeil au cours des 24 heures qui précèdent le départ. Repos contrôlé au poste de pilotage ; utilisation stratégique de la caféine pendant le vol.
Difficulté de dormir dans les aires de repos des avions	Optimiser le sommeil au cours des 24 heures qui précèdent le départ. Porter un masque sur les yeux et des bouchons d'oreille ; se faire réveiller au bon moment. Éviter la caféine pendant trois ou quatre heures avant d'essayer de dormir. Utilisation stratégique de la caféine après une période de repos en vol.
Difficulté de dormir dans les hôtels d'escale dont les chambres sont bruyantes et où les rideaux sont insuffisants	Présenter un rapport sur la fatigue au Groupe d'action — Fatigue et sécurité. Porter un masque sur les yeux et des bouchons d'oreille ; se faire réveiller au bon moment. Éviter la caféine pendant trois ou quatre heures avant d'essayer de dormir.
Sommeil non réparateur	Consulter un spécialiste des troubles du sommeil. Observer strictement le traitement recommandé.
Appels imprévisibles	S'assurer que l'endroit où l'on dort est obscur et tranquille ; prendre des mesures d'hygiène pour optimiser la qualité du sommeil. Optimiser le sommeil réparateur pendant les jours libres. Si l'on est somnolent en attendant l'appel, essayer de dormir (donner la priorité au sommeil sur d'autres activités). Repos contrôlé au poste de pilotage ; optimiser le sommeil au cours des périodes de repos en vol (si possible). Utilisation stratégique de la caféine pendant le vol.
Une liaison spéciale entre deux villes fait qu'on atterrit dans un état d'extrême fatigue	Présenter un rapport sur l'état de fatigue au Groupe d'action — Fatigue et sécurité. Repos contrôlé au poste de pilotage. Optimiser le sommeil pendant les périodes de repos en vol (si possible). Utilisation stratégique de la caféine en vol.
Déplacement prolongé avant la période planifiée de service de vol	Arriver au lieu de travail en disposant d'assez de temps pour dormir d'un sommeil qui assure l'aptitude au service.

6.2.3 Formation sur le FRMS — Formats et fréquence

Il y a diverses façons de donner le cours de formation sur le FRMS, et chacune a ses points forts et ses limites. Les séances de formation en personne conduites par un instructeur expérimenté bénéficient du fait que les membres d'équipage peuvent poser des questions sur leurs problèmes ou leurs préoccupations personnels, et qu'ils peuvent s'instruire mutuellement de leurs expériences. Le contact direct avec divers acteurs du FRMS peut servir à promouvoir les rapports, faciliter la communication et favoriser la confiance. Cependant, la formation en personne exige une coordination des efforts pour s'assurer des heures et du lieu qui conviendront à des groupes de participants, sans parler du temps nécessaire pour se rendre à l'endroit de la séance et pour en revenir.

L'apprentissage par Internet ou l'apprentissage distribué (p. ex. avec des DVD) facilite le choix de l'heure et du lieu du cours. La contribution personnelle permet aux participants de progresser à leur propre rythme en s'aidant de leurs matériels de formation. Dans l'apprentissage par Internet, les séances peuvent être mises en réseau pour permettre à de nombreux participants d'y accéder avec un tuteur en ligne. On peut aussi rendre le matériel interactif (pour passer à l'étape suivante de la formation, le participant doit accomplir une tâche qui consiste, par exemple, à répondre à un bref questionnaire). Les participants et les tuteurs peuvent interagir par l'entremise de « bavardoirs ». Les programmes d'apprentissage par Internet peuvent aussi prescrire aux participants d'explorer un choix d'autres ressources disponibles sur Internet. Mentionnons un autre fait qui a probablement son importance : il est plus difficile d'éliminer la « triche » lorsque les évaluations de l'apprentissage sont faites en direct que lorsqu'elles ont lieu dans une salle de classe (voir ci-dessous).

Le fait de pouvoir disposer d'un choix de matériels et de formats pour une formation périodique peut aider à maintenir l'intérêt. Par exemple, les rapports récents sur la fatigue ou les mesures du Groupe d'action — Fatigue et sécurité peuvent servir d'études de cas pour illustrer et réviser les concepts traités par le matériel de formation initial. La formation périodique peut aussi couvrir les changements apportés aux opérations du FRMS, ainsi que les mises à jour scientifiques et réglementaires. Les décisions sur la fréquence et la nature des cours de formation périodiques doivent incomber au Groupe d'action — Fatigue et sécurité, ainsi qu'aux formateurs professionnels (qui relèvent ou non des services de l'exploitant), selon les besoins. Un grand nombre de régulateurs peuvent aussi prescrire des exigences relatives à la fréquence des cours de formation sur le FRMS.

6.2.4 Évaluation de la formation sur le FRMS

L'efficacité des programmes de formation et d'instruction sur le FRMS devrait être régulièrement évaluée. Voici des exemples d'outils d'évaluation :

- Pour évaluer le transfert immédiat des connaissances enseignées dans une séance de formation, les participants peuvent remplir un bref questionnaire sur la fatigue, avant et après la séance de formation (voir l'exemple donné dans la boîte de texte ci-dessous).
- Pour évaluer la somme de connaissances retenue, l'utilisation des stratégies de contre-mesures proposées et l'utilité perçue de la formation, on peut faire un sondage à un moment fixé après la formation (p. ex. six mois après).
- Les résultats du questionnaire et des sondages peuvent servir à :
 - réviser le contenu du programme, pour améliorer la formation sur des sujets qu'un grand nombre de membres d'équipage n'ont pas bien compris ;
 - fournir des commentaires aux instructeurs dans les domaines où ils peuvent avoir besoin de modifier ou d'améliorer leurs façons d'enseigner ;
 - identifier les domaines qu'il faut examiner ou ajouter dans le programme de formation périodique.

Questionnaire (remplir avant et après la formation initiale)		
Les idées suivantes sont-elles justes ou fausses ?	Veillez cocher une case par question.	
1. Le sommeil est un moment où votre cerveau se déconnecte.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
2. Le sommeil avec des rêves est meilleur que le sommeil sans rêves.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
3. En fin de compte, la seule façon de ne plus somnoler est de dormir un certain temps.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
4. Vous pouvez toujours vaincre la somnolence si vous faites assez d'efforts.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
5. Plus vous devenez somnolent, plus votre temps de réaction se prolonge.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
6. Faire la sieste est une manifestation de paresse.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
7. L'horloge biologique circadienne s'adapte facilement au sommeil de jour.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
8. Il y a deux moments dans la journée où votre horloge biologique circadienne vous rend le plus somnolent : entre 3 h et 5 h et entre 15 h et 17 h.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
9. En vous couchant tous les soirs à la même heure, vous vous endormez plus facilement.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
10. Vous dormez mieux dans une pièce obscure et tranquille.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
11. Si vous buvez trop de café et ne pouvez pas dormir, vous devriez boire un peu d'alcool pour essayer de vous détendre.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
12. Même si vous n'êtes pas somnolent, vous devriez prendre une tasse de café avant chaque vol, pour combattre la fatigue.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
13. Vous êtes au poste de pilotage et vous vous sentez très somnolent. La meilleure chose à faire est de n'en parler à personne et d'essayer de vous concentrer au maximum sur votre tâche.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux
14. La fatigue ne serait pas un problème si les horaires étaient bien conçus.	<input type="checkbox"/> Vrai	<input type="checkbox"/> Faux

6.2.5 Formation sur le FRMS — Documentation

L'Appendice 8 à l'Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, stipule que : « L'exploitant élaborera et tiendra à jour une documentation relative au FRMS qui énonce et consigne [...] les programmes et les besoins en matière de formation sur le FRMS et les fiches de présence. »

6.3 PLAN DE COMMUNICATION SUR LE FRMS

L'Appendice 8 à l'Annexe 6 de l'OACI, Partie 1, stipule que l'exploitant doit posséder un plan de communication sur le FRMS qui :

- énonce les politiques, procédures et responsabilités relatives au FRMS à toutes les parties prenantes concernées ;
- précise les voies de communication utilisées pour rassembler et diffuser les renseignements concernant le FRMS.

Il est clair que les programmes de formation sur le FRMS sont une partie importante du plan de communication. Cependant, les cours ont lieu généralement à des intervalles assez longs (p. ex. une fois par an). En outre, il faut pouvoir toujours communiquer avec les acteurs au sujet des activités et de la performance du FRMS en matière de sécurité. Ceci dans le but de rester branché sur le problème de la fatigue, et de soutenir l'engagement permanent de tous les acteurs. Plusieurs types de communication peuvent être employés : les médias électroniques (sites web, forums en direct, courriel), les lettres d'information, les bulletins et les séminaires, ainsi que les campagnes d'affichage régulières aux endroits stratégiques.

Les communications au sujet des activités et de la performance du FRMS en matière de sécurité (provenant du Groupe d'action — Fatigue et sécurité ou d'une autre direction désignée) doivent être claires, opportunes et fiables, c'est-à-dire en accord avec les faits et les énoncés précédents. En outre, les informations fournies doivent être adaptées aux besoins et aux rôles des divers groupes d'acteurs, pour éviter d'accabler le public d'un déluge d'informations peu utiles.

Les communications provenant de membres d'équipage sont essentielles pour détecter les dangers liés à la fatigue, pour diffuser des commentaires sur l'efficacité des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation, et pour fournir des renseignements sur les indicateurs de performance du FRMS en matière de sécurité (p. ex. en participant à des sondages et à des études sur la surveillance de la fatigue). Pour assurer la liberté et l'honnêteté de ces communications, tous les acteurs du FRMS doivent bien connaître les politiques sur la confidentialité des données et sur l'usage éthique des informations fournies par des membres d'équipage. En outre, tout doit être bien clair au sujet des seuils qui font la distinction, à l'égard de la fatigue, entre les événements non fautifs liés à la sécurité et les violations délibérées qui sont passibles de sanctions pénales.

Les commentaires opportuns destinés aux membres d'équipage qui présentent des rapports sur la fatigue sont essentiels. Ces commentaires n'exigent pas une enquête approfondie. Chaque membre d'équipage devrait recevoir rapidement une réponse à son rapport, avec quelque indication du suivi prévu. Par exemple : « Au commandant Smyth : Merci pour votre rapport d'hier sur la fatigue qui concerne le vol 123 entre AA et ZZ. Ce rapport a été expédié au Groupe d'action — Fatigue et sécurité, qui est en train d'examiner une tendance négative énoncée dans les rapports sur la fatigue relatifs à ce vol, et d'évaluer un certain nombre de stratégies d'atténuation possibles. »

Le plan de communication doit figurer dans la documentation sur le FRMS. Il doit être régulièrement évalué dans le cadre des processus d'assurance sécurité du FRMS.

Chapitre 7. La décision d'offrir une réglementation sur le FRMS

Le FRMS exige une approche réglementaire fondée sur la performance. Toute réglementation de ce type présente certains problèmes pour le réglementeur. Au lieu d'établir, puis de surveiller, la conformité avec les exigences prescrites, la réglementation fondée sur la performance exige l'établissement de résultats acceptables et la validation du système qui donne ces résultats. Cette différence d'approche exige de modifier la base de connaissances et les gammes de compétences des diverses personnes chargées d'élaborer les règlements et d'assurer la supervision de ces systèmes. Cette différence pèse aussi sur la nature des interactions de l'exploitant et du réglementeur et sur les ressources de ce dernier.

Cependant, d'après le § 4.10.1 de l'Annexe 6, Partie 1, le réglementeur n'est pas chargé d'élaborer les règlements du FRMS. Seuls les règlements sur les limitations des temps de vol et de service sont obligatoires. Ce chapitre discute certaines des questions qui devraient être prises en compte pour décider s'il faut fournir des règlements sur le FRMS et quand il faut les établir.

7.1 LE SYSTÈME DE SUPERVISION DE LA SÉCURITÉ GÉRÉ PAR L'ÉTAT EST-IL ASSEZ DÉVELOPPÉ ?

Le FRMS est capable d'améliorer la performance en matière de sécurité et de permettre une meilleure flexibilité opérationnelle. Mais pour profiter de ces avantages, l'expérience et la connaissance de la supervision réglementaire ont autant d'importance que la qualité de la mise en œuvre effective par les exploitants, puisque le FRMS relève d'une approche fondée sur la performance. Les réglementeurs ayant peu d'expérience de la réglementation fondée sur la performance devraient examiner très soigneusement s'ils ont les ressources nécessaires pour formuler et surveiller des règlements sur le FRMS.

La mesure du manque de mise en œuvre effective (LEI) de la part de l'État — mesure établie par la participation au Programme universel OACI d'audits de supervision de la sécurité (USOAP) — peut aider quelque peu les États à prendre conscience de leur capacité de réglementer et de surveiller un FRMS. Les audits de l'USOAP sont axés sur la capacité de l'État à fournir une surveillance de la sécurité en examinant si les éléments essentiels d'un système de surveillance de la sécurité sont mis en œuvre efficacement (pour plus de détails, consulter le *Manuel de supervision de la sécurité* [Doc 9734] de l'OACI). En outre, la mesure du LEI est fondée sur les questions de protocole pertinentes de l'USOAP qui ne sont pas traitées de façon satisfaisante par l'État pour chaque élément essentiel. Le LEI peut donc servir de mesure pour évaluer la maturité du système de surveillance de l'État.

Un État dont la note d'évaluation du LEI est faible (< 30 %) devrait déjà disposer des avantages suivants :

- une réglementation globale en conformité avec les normes internationales ;
- un système uniforme de surveillance réglementaire ;
- un service d'enquête efficace sur les incidents et les accidents ;
- un personnel suffisant et qualifié ;
- une politique uniforme de conformité avec les exigences de l'industrie du transport aérien ;
- un système de rapports efficaces sur les dangers et les incidents ;

- un système de coordination uniforme des programmes régionaux ;
- un système efficace de rapports et d'analyse des dangers et des incidents relatifs au transport aérien.

Il s'ensuit qu'un État dont le LEI est faible est capable de se concentrer sur les activités suivantes :

- la mise en œuvre complète de son programme national de sécurité (PNS) ;
- l'utilisation de la technologie pour améliorer la sécurité ;
- l'amélioration continue du système de l'aviation civile ;
- l'utilisation méthodique de systèmes de gestion de la sécurité (SGS) par l'industrie du transport aérien ;
- l'adoption méthodique des meilleures pratiques par l'industrie du transport aérien ;
- l'harmonisation des stratégies de sécurité dans l'industrie du transport aérien.

Une réglementation efficace du FRMS exige une concentration dans ces domaines. Les États dont les résultats se chiffrent par un LEI moyen (de 30 à 50 %) ou élevé (> 50 %) ne disposent pas de systèmes de surveillance de la sécurité assez développés pour leur permettre de se concentrer sur ces domaines. Ils pourraient donc avoir du mal à bien réglementer et surveiller le FRMS.

7.2 NOS RESSOURCES SONT-ELLES SUFFISANTES ?

L'adoption de nouvelles approches réglementaires augmente la charge initiale de travail de réglementation. Pour les États, la décision de permettre à leurs exploitants d'utiliser un FRMS signifie la mise en place d'une réglementation fondée sur la performance, conformément aux normes de l'OACI relatives au FRMS, mais en continuant de maintenir et de surveiller les limitations prescriptives des temps de vol et de service. Les employés de l'État tenus pour responsables de l'élaboration des règlements sur le FRMS et de la surveillance du système devront posséder les connaissances, l'expérience et la formation scientifiques nécessaires dans les domaines de la fatigue et des FRMS. À cette fin, ils auront probablement besoin, au début, de l'aide des scientifiques et des spécialistes de la fatigue qui leur serviront de conseillers. On fait bien de commencer par se familiariser avec tout le contenu de ce manuel, mais il faudra probablement élargir sa formation, se documenter davantage et consulter des spécialistes de l'OACI ou d'autres États dont les règlements et les pratiques relatifs au FRMS sont plus avancés et plus développés.

Une planification détaillée des tâches nécessaires pour faciliter l'élaboration des règlements sur le FRMS optimisera la possibilité, pour un État, d'adopter des processus en rapport avec les ressources disponibles. Dans la plupart des cas, cette planification pourrait justifier une activité initiale fondée sur une approche progressive de l'élaboration des règlements du FRMS, par exemple l'actualisation des limitations prescriptives des temps de vol et de service, et le développement de connaissances et de capacités spécialisées dans le domaine de la fatigue parmi les membres du personnel d'inspection, avant le début du processus réglementaire du FRMS.

Une planification détaillée permettra de mieux connaître la charge de travail et la meilleure façon d'utiliser les ressources nécessaires. Par exemple, une mauvaise planification des ressources de l'État peut entraîner des processus de réglementation inefficaces, à cause des longs retards imposés aux exploitants désireux de faire approuver le FRMS. Pour mieux connaître les ressources nécessaires, les États devraient prendre en compte un certain nombre de facteurs en vue de favoriser le processus d'élaboration de règlements. Voici quelques-uns de ces facteurs :

- a) la maturité des limitations prescriptives actuelles des temps de vol et de service, et les ressources nécessaires pour renforcer ces limitations et s'assurer ainsi que les principes et les connaissances scientifiques actuels en matière de fatigue appuient ces règlements ;

- b) l'élaboration d'exigences en matière de compétences spécialisées dans le domaine de la fatigue (connaissances, capacités, expérience) pour les inspecteurs qui surveilleront le FRMS. Cette activité exigera l'élaboration de programmes de formation fondés sur les compétences, et pourra aussi exiger une formation et une instruction en cours d'emploi. Le but est de rendre les membres du personnel conscients des complexités opérationnelles du FRMS, notamment ceux dont l'expérience pratique est limitée dans les domaines de la gestion de la fatigue ou du SGS ;
- c) la connaissance de l'élaboration, de la conception et de la mise en œuvre de programmes de formation, pour permettre l'évaluation de l'efficacité des matériels d'apprentissage conçus par l'exploitant dans le cadre de ses propres programmes de formation sur le FRMS ;
- d) la disponibilité de spécialistes scientifiques de la fatigue, qui fourniront un soutien dans les domaines relativement plus techniques du FRMS, notamment les limites de divers outils (p. ex. les modèles biomathématiques). Lorsque le nombre de spécialistes disponibles est limité, il peut y avoir un conflit d'intérêt si le même spécialiste appuie l'élaboration de règlements de l'État et s'il apporte également un soutien direct à la création du FRMS d'un exploitant. L'accès restreint aux spécialistes de la fatigue peut aussi augmenter le temps nécessaire pour élaborer des règlements sur le FRMS, pour former des inspecteurs et pour limiter le nombre de demandes du FRMS que l'État peut traiter à un moment donné ;
- e) les ressources et le temps nécessaires pour formuler des lignes directrices précises qui permettront aux exploitants de s'assurer qu'ils comprennent les processus de réglementation de l'État, les délais imposés (p. ex. le temps que peut prendre l'approbation), la façon dont le FRMS sera évalué, les coûts, etc. ;
- f) la création d'outils pour assurer la normalisation et le soutien des activités de surveillance du FRMS, par exemple des questionnaires structurés dont les inspecteurs pourront se servir avec des membres d'équipage pour solliciter des commentaires sur leur compréhension et sur l'efficacité du FRMS. Ces questionnaires peuvent être utiles pour déterminer, par exemple, le niveau de compréhension scientifique dans le domaine de la fatigue, et les limitations des divers outils du FRMS ;
- g) l'évaluation du rôle de la fatigue dans les enquêtes sur les accidents et les incidents. Les États peuvent devoir envisager un complément de formation pour les inspecteurs, ou s'appuyer sur les compétences du service d'enquête local chargé des accidents ;
- h) les échéanciers et les ressources probables associés à la surveillance permanente, par exemple l'examen et la collecte de données sur la fatigue fournies par l'exploitant, la conduite de vols d'observation, les entretiens avec le personnel clé chargé du FRMS et l'examen d'audits précédents de l'État pour surveiller le système au fil du temps et fournir ainsi des indicateurs de performance du système ;
- i) les ressources nécessaires pour s'assurer que l'État se tient au courant des avancées scientifiques dans le domaine de la fatigue, notamment les mises à jour apportées au processus de réglementation, à la formation des inspecteurs, etc.

Pour répondre à leurs obligations de surveillance concernant le FRMS, les États devront créer et gérer une base de données conçue pour identifier les moyens de gestion de la fatigue utilisés par chaque exploitant, et, là où un FRMS est en place, la partie (ou les parties) de l'opération aérienne à laquelle (ou auxquelles) il s'applique.

7.3 L'OFFRE D'UN FRMS NOUS PERMET-ELLE D'ATTACHER MOINS D'IMPORTANCE À NOS RÈGLEMENTS PRESCRIPTIFS ?

Non. Les limitations prescriptives des temps de vol et de service restent une exigence obligatoire de l'OACI. Ces limitations et le FRMS ont leur place dans le cadre de réglementation. C'est à l'État qu'il incombe de formuler des limitations réglementaires, à base scientifique, des temps de vol et de service. Le Supplément A à l'Annexe 6, Partie 1, contient des indications sur l'élaboration de règlements prescriptifs à base scientifique.

Le FRMS offre de grands avantages sur les règlements prescriptifs, mais le réglementeur et l'exploitant ne devraient pas sous-estimer la charge de travail exigée pour élaborer des éléments indicatifs, traiter les demandes et assurer la surveillance efficace du FRMS. Si les règlements prescriptifs ne s'inspirent pas de principes justifiés par la science de la fatigue, ou s'ils sont trop restrictifs, un plus grand nombre d'exploitants pourraient devoir se tourner vers des FRMS, ce qui imposerait une charge de travail probablement trop lourde pour tous les intéressés. Le réglementeur ne peut pas toujours traiter une demande d'approbation dans le délai normal, malgré la déception personnelle et le préjudice commercial de l'exploitant. Par ailleurs, celui-ci n'a pas toujours accès aux ressources spécialisées qui faciliteraient l'élaboration du système. Les règlements prescriptifs solides restent donc un volet essentiel du cadre de réglementation.

En outre, les limitations prescriptives des temps de vol et de service fournissent la base d'évaluation du FRMS en termes d'un niveau équivalent de sécurité. Un FRMS présente les faits sur lesquels un réglementeur peut s'appuyer pour approuver un autre moyen d'observer les limitations normatives prescrites pour gérer la fatigue.

Le réglementeur doit aussi prévoir des options de repli au cas où un exploitant échouerait constamment à faire état du bon usage d'un FRMS (voir Chapitre 9). Les règlements prescriptifs bien conçus restent une option viable à laquelle un exploitant peut revenir si son FRMS ne donne pas satisfaction.

7.4 QUE FAIRE SI L'ÉTAT DISPOSE DÉJÀ D'UN PROCESSUS D'APPROBATION DES FRMS OU D'EXPLOITANTS MUNIS D'UN FRMS APPROUVÉ ?

L'État devrait mener une étude sur ses règlements en vigueur, ses éléments indicatifs, ses procédures et processus pour identifier tous écarts entre les pratiques existantes et les SARP de l'OACI. L'État devrait aussi examiner tout FRMS approuvé d'après les SARP de l'OACI pour déterminer s'il y a des écarts importants et s'ils peuvent exposer l'exploitant à des risques inacceptables liés à la fatigue. Par exemple, si rien ne prouve que l'exploitant a recueilli, de façon proactive, des données sur la fatigue pour mieux comprendre l'impact de celle-ci sur toutes opérations gérées par un FRMS déjà approuvé, il se peut que l'exploitant et le réglementeur ne connaissent pas l'impact réel de la fatigue et les risques potentiels qu'elle comporte. En outre, faute de données utiles, il serait difficile de répondre aux exigences de la norme 4.10.6, alinéas c) et d), dans la fourniture de preuves pour élaborer des processus d'assurance de la qualité, et de confirmer l'amélioration continue du FRMS.

Par conséquent, l'État devra également établir un processus qui permette à l'exploitant de modifier son FRMS pour le rendre conforme aux nouvelles exigences. Il faudra aussi prévoir un processus pour ramener les exploitants sous le poids des limitations réglementaires des temps de vol et de service, s'ils ne peuvent ou ne veulent pas modifier leur FRMS comme prescrit.

7.5 DANS QUELS CAS LES EXPLOITANTS DEVRAIENT-ILS FAIRE UNE DEMANDE DE DÉROGATION OU ÊTRE TENUS DE METTRE EN ŒUVRE UN FRMS ?

La norme 4.10.3 de l'Annexe 6, Partie 1, autorise des dérogations aux limitations prescriptives des temps de vol et de service dans des circonstances exceptionnelles, sans imposer toutes les exigences d'un FRMS. Dans ses règlements, un État devra définir clairement ce qui constitue les « circonstances exceptionnelles » qui justifient une dérogation. Il s'agit de faire la distinction entre, d'une part, les cas où les dérogations relatives aux limitations prescriptives des temps de vol et de service peuvent être sollicitées par les exploitants, et, d'autre part, les cas où ils sont tenus de mettre en œuvre un FRMS. Les dérogations sont, par nature, à court terme et sont spécifiques d'une route donnée. Elles s'écartent très peu des règlements prescriptifs. Elles sont approuvées d'après une évaluation des risques et l'application de stratégies d'atténuation acceptables pour le réglementeur.

Au minimum, pour un exploitant donné qui veut obtenir une dérogation sans disposer d'un FRMS, le réglementeur doit s'assurer des points suivants :

- a) l'organisation de l'exploitant emploie un ou plusieurs représentants qualifiés, ou un spécialiste en gestion de la fatigue ;
- b) l'exploitant a prouvé qu'il observe des normes élevées en procédant à des audits réguliers de surveillance réglementaire. L'État est ainsi convaincu que l'exploitant est capable de bien gérer la dérogation et les stratégies d'atténuation requises.

S'il y a des dérogations préexistantes approuvées, il faut trouver un moyen d'établir qu'elles sont encore acceptables. S'il s'avère qu'il faut remplacer une dérogation par un FRMS, il faut aussi déterminer un processus de transition.

7.6 COMMENT ALLONS-NOUS ÉTABLIR L'ACCEPTABILITÉ DES LIMITES PROPOSÉES PAR L'EXPLOITANT POUR SON FRMS ?

Les États devraient demander que l'exploitant fournisse un dossier de sécurité pour appuyer les valeurs limites proposées. La décision d'accepter ou de refuser ces valeurs reposera notamment sur les facteurs suivants :

- si le dossier de sécurité de l'exploitant repose sur des principes scientifiques et sur une expérience pratique bien établis ;
- les résultats de recherches provenant de nombreuses études et de divers auteurs ;
- les analyses opérationnelles provenant de multiples sources, et notamment de tous les acteurs compétents ;
- la maturité prouvée des pratiques de l'exploitant relatives au SGS, ou sa capacité prouvée de bien gérer les risques ;
- les antécédents de l'exploitant relatifs au respect des règlements ;
- l'expérience acquise par la surveillance réglementaire de plusieurs exploitants qui ont mis en œuvre un FRMS, ou ont donné leur approbation à des dérogations qui portent sur des règlements de limitation des temps de vol et de service.

Si l'exploitant souhaite utiliser le FRMS dans divers types d'opérations (p. ex. pour les vols long-courriers, et séparément pour les vols court-courriers), les limites devraient être indiquées pour chaque type d'opération. Par exemple, les vols ULR d'un exploitant peuvent exiger une valeur maximale de 22 heures pendant lesquelles le FRMS peut fonctionner, mais il ne s'ensuit pas que cette valeur est une limite acceptable pour son FRMS à l'égard de ses opérations court-courriers.

N'oublions pas, cependant, que des limites trop restrictives peuvent empêcher un exploitant d'obtenir une meilleure flexibilité opérationnelle par la mise en œuvre d'un FRMS. Le fonctionnement normal d'un FRMS exige une certaine liberté de mouvement. D'autre part, ces valeurs correspondent à des limites extrêmes, et ne peuvent donc pas être considérées comme des cibles. Par conséquent, les valeurs maximales précisées pour les temps de vol et de service et les valeurs minimales précisées pour les temps de repos devraient tendre vers les limites d'acceptabilité. Mais ces chiffres doivent tenir compte des types de vol entrepris, des besoins physiologiques de sommeil et des facteurs circadiens (selon les éléments indicatifs du Supplément A), même si ces valeurs devraient être rarement atteintes, sinon jamais. Une fois atteintes ou dépassées, ces valeurs devraient être documentées, indexées et signalées à l'État. En se fondant sur ces tendances, le réglementeur pourrait exercer une surveillance plus stricte sur le FRMS (voir Chapitre 9).

7.7 QUELS SONT LES ASPECTS D'UNE OPÉRATION POUR LESQUELS LES LIMITES DU FRMS DOIVENT ÊTRE DÉTERMINÉES ?

Afin d'identifier les aspects d'une opération pour lesquels l'exploitant doit déterminer des valeurs maximales pour les périodes de vol et de service et des valeurs minimales pour les périodes de repos, il faut examiner la fatigue transitoire (fatigue dissipée par une seule période suffisante de repos ou de sommeil) et la fatigue cumulative (récupération incomplète d'une fatigue transitoire au cours d'une période de temps).

Les États devraient donc demander qu'on fixe des limites précises pour un seul jour et pour un grand nombre de jours (p. ex. par semaine, par mois ou par an). Les éléments indicatifs sur l'élaboration de règles normatives pour la gestion de la fatigue qui figurent dans le Supplément A de l'Annexe 6, Partie 1, peuvent être utiles à cette fin. Par exemple, d'après des extraits du Supplément A, des limites devraient être prescrites pour les durées suivantes :

...
4.7.1.1 Le nombre maximal d'heures de vol ne peut excéder :
a) (*) heures par période de service de vol ;
b) (*) heures par période de [7] jours consécutifs ou (*) heures par période de [28] jours consécutifs ;
c) (*) heures par période de [365] jours consécutifs.
...
4.7.2.1 Le nombre d'heures de service ne peut excéder :
a) (*) heures par période de [7] jours consécutifs ou par période d'une semaine ;
b) (*) heures par période de [28] jours consécutifs ou par période d'un mois civil.
...
4.7.3.1 Le nombre d'heures de service de vol ne devrait pas excéder (*) heures.
...
4.8.1 La période minimale de repos immédiatement avant d'entamer une période de service de vol ne peut être inférieure à (*) heures.
...

7.8 POURQUOI NE FORMULONS-NOUS PAS DES RÈGLEMENTS POUR EXIGER QU'UN FRMS FASSE PARTIE D'UN SGS ?

À première vue, un FRMS n'est qu'un système de gestion bien défini et très ciblé, dont les fonctions pourraient être simplement intégrées à celles d'un SGS. Les SARP n'écartent pas cette approche, mais il faut traiter plusieurs problèmes complexes avant de réglementer une telle structure organisationnelle.

D'abord, malgré des ressemblances visibles, le FRMS et le SGS ont des buts et des fonctions différents. Le FRMS est un système de gestion optionnel, axé seulement sur les risques liés à la fatigue. Il permet à un exploitant d'établir ses propres limitations de temps de vol et de service, conformément aux processus de gestion des risques et d'assurance sécurité du FRMS. Le SGS est un système de gestion prescrit, conçu pour gérer impartialement les stratégies d'atténuation de tous les risques opérationnels. Contrairement à un FRMS, un SGS ne permet pas à un exploitant de s'écarter des limitations prescriptives des temps de vol et de service. Ainsi, les exigences particulières d'un FRMS dépassent largement ce qu'on attendrait d'un SGS pour la gestion des risques liés à la fatigue. Il importe que la cible et les fonctions d'un SGS n'empêchent pas sur celles d'un FRMS, et réciproquement.

Néanmoins, les données tirées d'un FRMS devraient structurer le SGS d'un exploitant, et réciproquement (voir la discussion du Chapitre 1, sous la norme 4.10.7). Par conséquent, le FRMS doit s'appuyer sur un processus de surveillance qui comprend l'examen du flux d'informations entre le FRMS et le SGS. Ce sujet est discuté au Chapitre 9.

Ensuite, malgré les ressemblances des cadres de gestion et la complémentarité des deux systèmes, le processus d'approbation du FRMS est différent du processus d'acceptation du SGS. Le fait de posséder un FRMS approuvé ne signifie pas que le SGS d'un exploitant sera automatiquement accepté. Réciproquement, le retrait de l'approbation d'un FRMS ne signifie pas qu'un exploitant est libéré de sa responsabilité envers la gestion de ses risques sécuritaires (y compris les risques liés à la fatigue) par ses processus du SGS.

7.9 LE FRMS EXIGE QUE LES DÉROGATIONS IMPORTANTES AUX TEMPS DE VOL, AUX PÉRIODES DE SERVICE ET AUX PÉRIODES DE REPOS PROGRAMMÉS ET RÉELS AINSI QUE LES MOTIFS DE CES DÉROGATIONS SOIENT CONSIGNÉS PAR LES EXPLOITANTS. COMMENT ALLONS-NOUS SURVEILLER LE RESPECT DE CETTE PRESCRIPTION ?

L'obligation de consigner les dérogations ne concerne pas tous les vols qui dépassent d'une minute le temps planifié, ou dont la période de repos est réduite de deux minutes. Si tous devaient l'être, la collecte de données qui serait exigée serait non seulement coûteuse, mais inutile. En fait, l'exploitant est tenu de consigner les « dérogations importantes » qui peuvent servir à marquer les moments où les risques sont accrus à cause de la fatigue. Ces données peuvent être utiles à l'exploitant comme au régulateur. L'exploitant peut utiliser les renseignements fournis par l'analyse de ces données pour faciliter la gestion de ses risques liés à la fatigue, et le régulateur peut les utiliser pour la surveillance courante d'un FRMS, et pour signaler le moment où un exploitant doit immédiatement notifier le régulateur.

Chapitre 8. Le processus d'approbation du FRMS

Une fois que l'État a décidé d'offrir des règlements sur le FRMS, le réglementeur doit énoncer exactement ce qui est attendu des exploitants, au cours du processus de mise en œuvre, pour obtenir l'approbation finale d'un FRMS. Le réglementeur doit documenter soigneusement les exigences. Le présent chapitre concerne l'établissement d'un processus d'approbation **justifié par des documents**.

8.1 UNE APPROCHE PROGRESSIVE DE LA MISE EN ŒUVRE D'UN FRMS

Il n'y a pas de version standard du FRMS qui conviendrait à tous les exploitants. Chacun d'eux doit créer un FRMS adapté à son organisation et à ses opérations, ainsi qu'à la nature et au niveau du risque (ou des risques) lié(s) à la fatigue. Le fonctionnement parfait d'un FRMS ne s'obtient pas du jour au lendemain. La planification et l'élaboration de ses processus prennent du temps, ce qui oblige l'exploitant à le mettre en œuvre par étapes, comme on le recommande pour le SGS¹.

La Figure 8-1 résume une approche progressive de la mise en œuvre d'un FRMS.

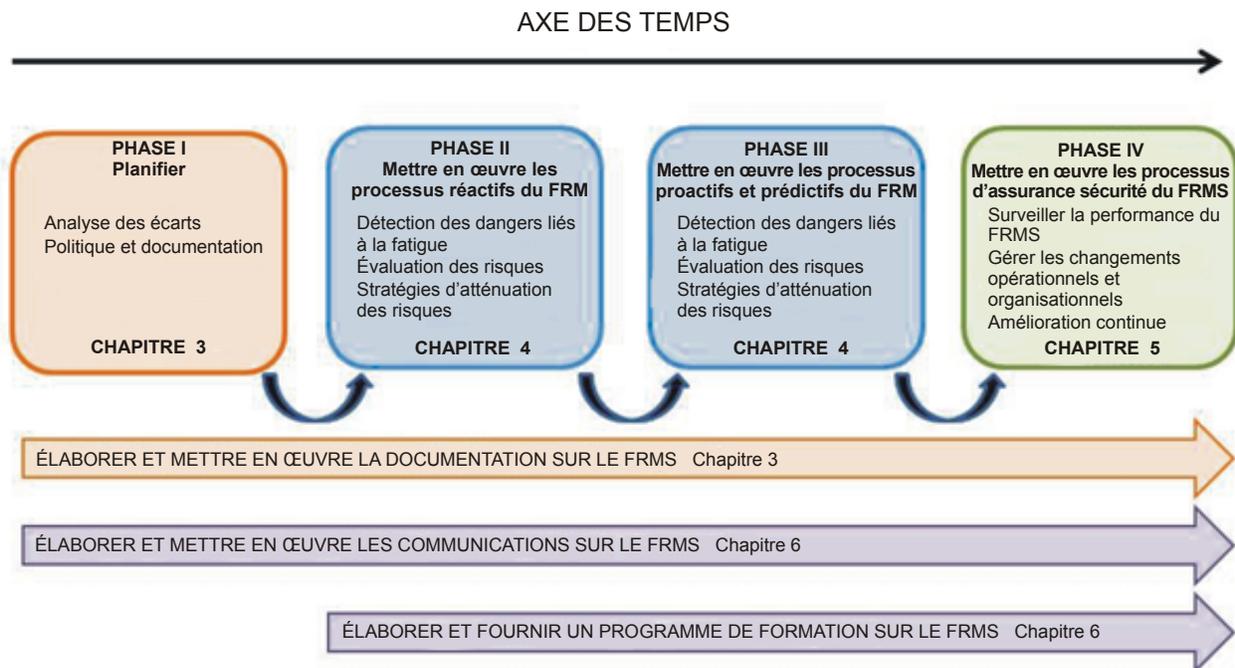


Figure 8-1. Approche progressive de la mise en œuvre d'un FRMS

1. Voir *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI, Chapitre 10.

8.1.1 Phase I — Planifier

La Phase I doit permettre à l'exploitant de parvenir à un plan d'ensemble pour expliquer au réglementeur comment le FRMS fonctionnera, comment il sera intégré à d'autres parties de l'organisation de l'exploitant, qui sera responsable du FRMS, et qui devra s'assurer de la réussite de sa mise en œuvre.

On sait que des exploitants peuvent souhaiter s'adresser à des consultants externes pour « qu'ils leur fournissent un FRMS », et remplir ainsi rapidement, et pratiquement sans effort, leurs obligations réglementaires. Cependant, un FRMS exige un titre de propriété et un engagement de la part de ses utilisateurs. Quant au réglementeur, il doit voir la preuve de ce titre de propriété et de cet engagement dès les débuts de la création du système. Les spécialistes peuvent bien, dans certains cas, offrir une aide précieuse dans le cadre d'un FRMS, mais ils n'ont pas les connaissances et l'expérience pratique de l'exploitant.

Les consultants ne devraient pas servir d'interface entre le réglementeur et l'exploitant, dont les rapports au sujet de l'utilisation du FRMS devraient être identiques à leurs rapports au sujet des limitations prescriptives des temps de vol et de service.

L'analyse des écarts et l'élaboration d'un plan de mise en œuvre

Un grand nombre d'éléments nécessaires à un FRMS peuvent être déjà en place dans l'organisation d'un exploitant. Par conséquent, l'une des premières étapes de la mise en œuvre d'un FRMS incombe à l'exploitant, qui doit entreprendre une analyse des écarts pour les fins suivantes :

- présenter les éléments du FRMS qui sont déjà disponibles dans plusieurs systèmes et processus existants ;
- présenter les systèmes et les processus qui pourraient être modifiés pour répondre aux besoins du FRMS (il faut éviter, autant que possible, de « réinventer la roue ») ;
- présenter les endroits où de nouveaux systèmes et processus doivent être créés pour mettre en œuvre le FRMS.

Par exemple, un exploitant peut déjà disposer d'un système de rapports confidentiels sur la sécurité dans le cadre de son SGS. Il faudra probablement modifier les formulaires de rapport pour y inclure les renseignements nécessaires à l'analyse du rôle de la fatigue dans les événements liés à la sécurité. Une formation complémentaire pourrait être nécessaire au personnel chargé d'analyser les données sur la sécurité. Le but est de s'assurer qu'il sait comment procéder à l'analyse du rôle de la fatigue dans ces événements. Une procédure devra être ajoutée pour assurer la communication régulière d'informations sur les événements liés à la fatigue au Groupe d'action — Fatigue et sécurité. Les rapports sur la fatigue peuvent aussi servir d'indicateurs de performance du FRMS en matière de sécurité. Il faudrait alors ajouter une procédure concernant l'évaluation régulière de ces données dans le cadre des processus d'assurance sécurité du FRMS.

En outre, il faut recueillir des données sur les temps de vol et de service, programmés et réels, en vertu des règlements prescriptifs sur les temps de vol et de service. Un exploitant qui soumet certaines de ses opérations à un FRMS pourrait ajouter une variable aux bases de données existantes sur les temps de vol et de service, pour identifier les opérations régies par ce système. Ces données pourront alors être analysées séparément, conformément aux exigences du FRMS (norme 4.10.8 de l'Annexe 6, Partie 1). Des procédures devront être ajoutées pour assurer la communication de ces données au Groupe d'action — Fatigue et sécurité, et leur enregistrement, comme prescrit, dans la documentation sur le FRMS.

Les données relatives à l'établissement du tableau de service peuvent être déjà disponibles pour les indicateurs de performance du FRMS, par exemple les dépassements mensuels des limites de service, l'utilisation du pouvoir discrétionnaire du commandant, l'utilisation de services prolongés ou les rapports d'infraction. Une procédure devra être ajoutée pour assurer l'évaluation régulière de ces données dans le cadre des processus d'assurance sécurité du FRMS.

On aurait peut-être intérêt à planifier le programme de formation sur le FRMS de telle sorte qu'il coïncide avec d'autres activités de formation qui rassemblent déjà des groupes cibles.

Les résultats de l'analyse des écarts servent de base à la création du plan de mise en œuvre du FRMS de l'exploitant. Il s'agit essentiellement d'une carte routière qui décrit comment l'élaboration de chacun des processus du FRMS observera les échéanciers.

Avant la fin de la Phase I, l'exploitant devrait avoir obtenu les résultats suivants :

- une analyse complète des écarts ;
- un énoncé de politique du FRMS signé par le dirigeant responsable. L'élaboration de la politique au début de la mise en œuvre du FRMS facilitera la définition de la portée du système ;
- un plan de mise en œuvre du FRMS ;
- un plan de documentation du FRMS. Ce plan pourrait évoluer à mesure que le FRMS devient opérationnel ;
- un plan de communication du FRMS. Ce plan pourrait évoluer à mesure que le FRMS devient opérationnel ;
- l'allocation de ressources financières et humaines. Le dirigeant responsable qui est chargé des besoins du FRMS doit détenir le pouvoir et la maîtrise nécessaires à cette mesure ;
- un Groupe d'action — Fatigue et sécurité (ou une organisation équivalente). Le stade auquel ce groupe est établi dépendra de la taille et de la complexité de l'organisation et du FRMS. Il dépendra aussi de la possibilité de faire appel à des personnes dûment qualifiées, dans d'autres parties de l'organisation, qui seraient disponibles pour entreprendre la Phase I.

Pour passer à la Phase II, l'exploitant devrait être tenu de présenter, pour examen, son plan du FRMS à l'État. Celui-ci pourra ainsi évaluer et cerner les problèmes essentiels avant que l'État ou l'exploitant n'y consacre trop de temps et d'efforts.

8.1.2 Phase II — Mettre en œuvre les processus réactifs du FRM

La Phase II exige que l'exploitant mette en œuvre la première version des processus de FRM. À cette fin, l'exploitant doit collecter et analyser les sources d'informations et les données existantes qui concernent les opérations régies par le FRMS. Les types d'informations qui peuvent être disponibles comprennent : les rapports confidentiels sur la sécurité, les rapports sur les accidents et les enquêtes sur les incidents, les audits et les données chronologiques sur l'établissement de tableaux de service (p. ex. les données sur les temps de vol et de service programmés et réels, ainsi que les dépassements). En fait, les activités de la Phase II consolident les processus et procédures en vigueur de gestion des risques de fatigue dans l'organisation. Elles permettent aussi d'introduire des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation pour gérer les lacunes reconnues du système existant.

Avant la fin de la Phase II, l'exploitant devrait avoir obtenu les résultats suivants :

- Les processus de FRM fondés sur la détection réactive des dangers sont opérationnels, notamment l'évaluation des risques, ainsi que l'élaboration, la mise en œuvre et la surveillance des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation appropriées.
- Les processus de documentation du FRMS sont établis pour appuyer la version courante du système.

- Les activités de formation du FRMS sont établies pour appuyer la version courante du FRMS. (Les acteurs ont besoin d'une formation pour être capables d'assumer leurs responsabilités à l'égard du FRMS au cours de l'exécution du plan de mise en œuvre.)
- Les processus de communication du FRMS sont établis pour appuyer la version courante du FRMS.
- L'exploitant est prêt à entreprendre des analyses de sécurité méthodiques de la première version du FRMS. Ces analyses sont semblables au processus de mise en œuvre du SGS (Doc 9859 de l'OACI, § 10.4).

8.1.3 Phase III — Mettre en œuvre les processus proactifs et prédictifs du FRM

La Phase III ajoute des processus de détection proactifs et prédictifs des dangers liés à la fatigue (discutés au Chapitre 4) aux processus de FRM établis à la Phase II.

Avant la fin de la Phase III, l'exploitant devrait avoir obtenu les résultats suivants :

- Les processus de FRM fondés sur la détection réactive, proactive et prédictive des dangers sont opérationnels, notamment l'évaluation des risques, ainsi que l'élaboration, la mise en œuvre et la surveillance des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation appropriées.
- Les processus de documentation du FRMS sont établis pour appuyer la version courante du FRMS.
- Les activités de formation du FRMS sont établies pour appuyer la version courante du système. (Un programme unique du niveau requis pour la mise en œuvre complète du FRMS peut être plus efficace qu'une formation partielle à chaque phase de la mise en œuvre.)
- Les processus de communication du FRMS sont établis pour appuyer la version courante du FRMS.
- L'exploitant est prêt à entreprendre des analyses de sécurité méthodiques de cette version du FRMS (Doc 9859 de l'OACI, § 10.4).

8.1.4 Phase IV — Mettre en œuvre les processus d'assurance sécurité du FRMS

La Phase IV active les processus d'assurance sécurité (Chapitre 5). Avant la fin de la Phase IV, l'exploitant devrait avoir obtenu les résultats suivants :

- Les rôles et les responsabilités conçus pour assurer la performance de sécurité du FRMS sont établis.
- Les pouvoirs et les voies de communication nécessaires sont actifs.
- Les indicateurs de performance en matière de sécurité sont formulés et acceptés.
- Les procédures et processus conçus pour l'évaluation périodique des indicateurs de performance en matière de sécurité sont établis.
- Des circuits d'informations appropriés sont établis entre les processus de FRM et les processus d'assurance sécurité.
- Les processus de documentation du FRMS sont pleinement mis en œuvre.
- Les processus de formation du FRMS sont pleinement mis en œuvre.

- Les processus de communication du FRMS sont pleinement mis en œuvre.

En d'autres termes, avant la fin de la Phase IV, le FRMS devrait être pleinement fonctionnel. En outre, il devrait être intégré au SGS de l'exploitant et à d'autres parties de l'organisation, selon les besoins. Il faudrait aussi constamment l'améliorer pour répondre aux changements apportés à l'organisation et à l'environnement d'exploitation.

L'approbation réglementaire visant l'ensemble du FRMS est sollicitée à la fin de la Phase IV.

8.1.5 Exemple opérationnel de mise en œuvre progressive d'un FRMS

L'exploitant A est une grande compagnie aérienne qui assure principalement des vols long-courriers transocéaniques avec des équipages multinationaux. Cette compagnie existe depuis 20 ans et son dossier de sécurité est excellent. L'exploitant A voudrait démarrer un FRMS pour ses deux flottes long-courriers. Le PDG décide de mettre en œuvre le FRMS dans l'ensemble de l'opération pour améliorer la sécurité et l'efficacité.

Cet exemple passe en revue toutes les étapes que pourrait suivre l'exploitant A pour établir un FRMS pleinement opérationnel. Il suppose que la direction de cet exploitant connaît bien le *Guide de mise en œuvre des FRMS pour les exploitants* (2011, une publication commune de l'OACI, de l'IATA et de l'IFALPA), et qu'elle est prête à entreprendre cette mise en œuvre.

Phase I

1. La responsabilité de la mise en œuvre du FRMS est confiée à un dirigeant désigné du FRMS.
2. Le responsable du FRMS crée une équipe de mise en œuvre et organise pour celle-ci un programme de formation sur les principes du FRMS et sur la science de la fatigue.
3. Le dirigeant responsable du FRMS alloue les ressources et les pouvoirs nécessaires pour appuyer l'élaboration du FRMS.
4. Le responsable du FRMS désigne des acteurs internes (représentants du service).
5. L'énoncé de politique du FRMS est rédigé.
6. Une analyse des écarts est entreprise par le responsable du FRMS et par l'équipe de mise en œuvre.
7. Un plan de documentation sur le FRMS est élaboré, et une première ébauche du plan est établie.
8. Un plan de communication sur le FRMS est élaboré, et une première ébauche du plan est établie.
9. Un plan de mise en œuvre est élaboré, avec un échéancier initial.
10. Un Groupe d'action — Fatigue et sécurité est établi et comprend le nombre d'acteurs requis. Il tient régulièrement des réunions avec l'équipe de mise en œuvre (s'il s'agit d'employés différents) pour discuter l'avancement du projet.

Phase II

11. Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité applique le processus de FRM illustré par le schéma du Chapitre 4. Le Groupe utilise à cette fin les informations et les données existantes pour la **détection réactive des dangers liés à la fatigue**.
 - a) Étape 1 — Décider si les vols intérieurs et internationaux — long-courriers et très-long-courriers — exigent des processus de FRM différents. Passer aux étapes suivantes pour chacun des processus de FRM.

- b) Étape 2 — Collecter et analyser les données et les informations disponibles (p. ex. rapports confidentiels sur la sécurité, rapports d'accident et enquêtes sur les incidents, audits et données chronologiques sur l'établissement de tableaux de service).
 - c) Étape 3 — Détecter le(s) danger(s) lié(s) à la fatigue.
 - d) Étape 4 — Établir des processus et des procédures d'évaluation des risques. Clarifier les liens avec ceux du SGS, et avec les processus de priorisation conçus pour les risques qui doivent être atténués. (Dans cet exemple d'une grande compagnie aérienne, l'énoncé de politique du FRMS mentionne que le Groupe d'action — Fatigue et sécurité est chargé de prioriser les risques de fatigue et d'élaborer, mettre en œuvre et surveiller les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation de la fatigue. Le Groupe est tenu de fournir des rapports mensuels de ces activités au Bureau d'examen de la sécurité du SGS. Le but est de faire en sorte que ces rapports fassent partie des processus d'assurance sécurité conçus pour l'ensemble du FRMS.)
 - e) Étape 5 — Choisir et mettre en œuvre des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation. Établir des indicateurs de performance en matière de sécurité.
 - f) Étape 6 — Établir des processus conçus pour surveiller l'efficacité des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation.
12. Assurer un programme de formation conçu pour rendre les acteurs capables d'assumer leurs rôles et responsabilités à l'égard du FRMS. Dans cet exemple, on a décidé d'entreprendre une formation pour appuyer l'ensemble du FRMS. Plusieurs voies de communication sont prévues pour fournir des mises à jour et des rappels lorsque les Phases III et IV du FRMS deviennent actives.
13. Les voies de communication du FRMS sont établies.
14. Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité fournit une analyse méthodique de la sécurité au Bureau d'examen de la sécurité du SGS. (Dans cet exemple, le Bureau est responsable des fonctions d'assurance sécurité du FRMS.)

Phase III

15. Pour chaque ensemble de processus du FRMS établis à la Phase II, le Groupe d'action — Fatigue et sécurité **mentionne des outils appropriés pour la détection proactive et prédictive des dangers liés à la fatigue.**
- a) Les outils de détection proactive de la fatigue sont utilisés pour évaluer les dangers habituels et complexes.
16. La détection proactive et prédictive des dangers liés à la fatigue est intégrée aux processus de FRM établis à la Phase II.
17. Tous les acteurs ont acquis la formation nécessaire pour assumer leurs rôles et leurs responsabilités à l'égard du FRMS.
18. Les voies de communication du FRMS sont opérationnelles.
19. Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité fournit au Bureau d'examen de la sécurité du SGS une analyse de sécurité méthodique du FRMS existant.

Phase IV

20. Le choix des indicateurs de performance en matière de sécurité fait l'objet d'une décision commune du Groupe d'action — Fatigue et sécurité et du Bureau d'examen de la sécurité du SGS. Les indicateurs doivent être approuvés par le dirigeant responsable du FRMS.

21.
 - Décider quelles informations seront analysées pour dégager les tendances (p. ex. les taux de rapports d'état de fatigue entre villes, opérations ou flottes semblables).
 - Formuler des critères pour comparer les performances avec les objectifs de sécurité (p. ex. le niveau de risque global est-il en train d'augmenter ? le nombre d'événements à risque assez élevé est-il en train d'augmenter ? les objectifs de la politique sur le FRMS en matière de sécurité sont-ils en cours de réalisation ? les exigences réglementaires sont-elles observées ?).
 - Décider comment détecter les dangers émergents liés à la fatigue. Par exemple : fixer des déclencheurs pour indiquer le moment où il faut agir (à quel niveau les tendances néfastes signalées par les indicateurs de performance déclenchent une enquête sur les causes de cette tendance).
22. Des processus sont établis pour indiquer les changements qui pourraient influencer sur le FRMS.
23. Des processus sont établis pour évaluer l'efficacité avec laquelle les recommandations du Groupe d'action — Fatigue et sécurité sont mises en œuvre dans d'autres services de l'organisation, par exemple dans la planification d'horaires et les opérations aériennes.
24. Les processus d'assurance sécurité suivants sont établis :
 - Rapports mensuels présentés par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité au Bureau d'examen de la sécurité du SGS. Le but est de fournir des mises à jour sur les dangers détectés qui sont liés à la fatigue, et sur l'état des indicateurs de performance en matière de sécurité qui sont acceptés.
 - Le Bureau d'examen de la sécurité du SGS peut demander des rapports spéciaux au Groupe d'action — Fatigue et sécurité, par exemple après des changements opérationnels importants, tels qu'une route nouvellement établie.
 - Examen trimestriel des tendances observées dans les rapports d'équipage confidentiels sur la fatigue ; l'examen doit être entrepris par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, et les résultats doivent être présentés au Bureau d'examen de la sécurité du SGS.
 - Examen trimestriel de tendances observées dans les dépassements des limites des temps de vol et de service qui sont prescrites dans la politique sur le FRMS ; l'examen doit être entrepris par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, et les résultats doivent être présentés au Bureau d'examen de la sécurité du SGS.
 - Examen trimestriel des tendances observées pour les indicateurs de performance en matière de sécurité qui figurent dans la politique sur le FRMS ; l'examen doit être entrepris par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, et les résultats doivent être présentés au Bureau d'examen de la sécurité du SGS.
 - Examen annuel des activités du Groupe d'action — Fatigue et sécurité qui concernent la détection et l'atténuation des dangers liés à la fatigue ; l'examen doit être entrepris par un groupe de consultation scientifique indépendant chargé du FRMS.
 - Audit interne du FRMS, confié à une équipe dont les membres sont choisis par le Bureau d'examen de la sécurité du SGS.
 - Rapport annuel du Groupe d'action — Fatigue et sécurité présenté au Bureau d'examen de la sécurité du SGS et au dirigeant responsable du FRMS ; le rapport doit contenir les recommandations du groupe de consultation scientifique indépendant chargé du FRMS, ainsi que les conclusions d'audits et les mesures prises en conséquence.

25. Premier audit trimestriel de la performance du FRMS en matière de sécurité. Cet audit provient de l'équipe formée par le Bureau d'examen de la sécurité du SGS. Si les audits sont satisfaisants pour une année, l'audit interne aura lieu de nouveau tous les six mois.
26. L'ensemble de la documentation sur le FRMS est mis en œuvre.
27. L'ensemble du programme de formation sur le FRMS est mis en œuvre.
28. L'ensemble des communications sur le FRMS est mis en œuvre.

8.2 LE PROCESSUS D'APPROBATION DU FRMS

La mise en œuvre progressive d'un FRMS exige un processus d'approbation réglementaire pour documenter et surveiller cette progression.

Les jalons réglementaires de l'ensemble du processus d'approbation sont marqués sur les flèches de la Figure 8-2. Tous les jalons doivent être franchis avant que l'approbation finale du FRMS puisse être donnée.

L'approbation complète d'un FRMS, pour un exploitant d'un grand complexe de transport aérien, peut prendre plusieurs années. Il a donc assez de temps pour faire une évaluation des fonctions d'assurance sécurité. Cependant, le réglementeur peut toujours permettre à l'exploitant d'utiliser les processus de FRM, à titre d'essai, pour dépasser les limites prescrites de temps de vol et de service afin de pouvoir élaborer les fonctions d'assurance sécurité.

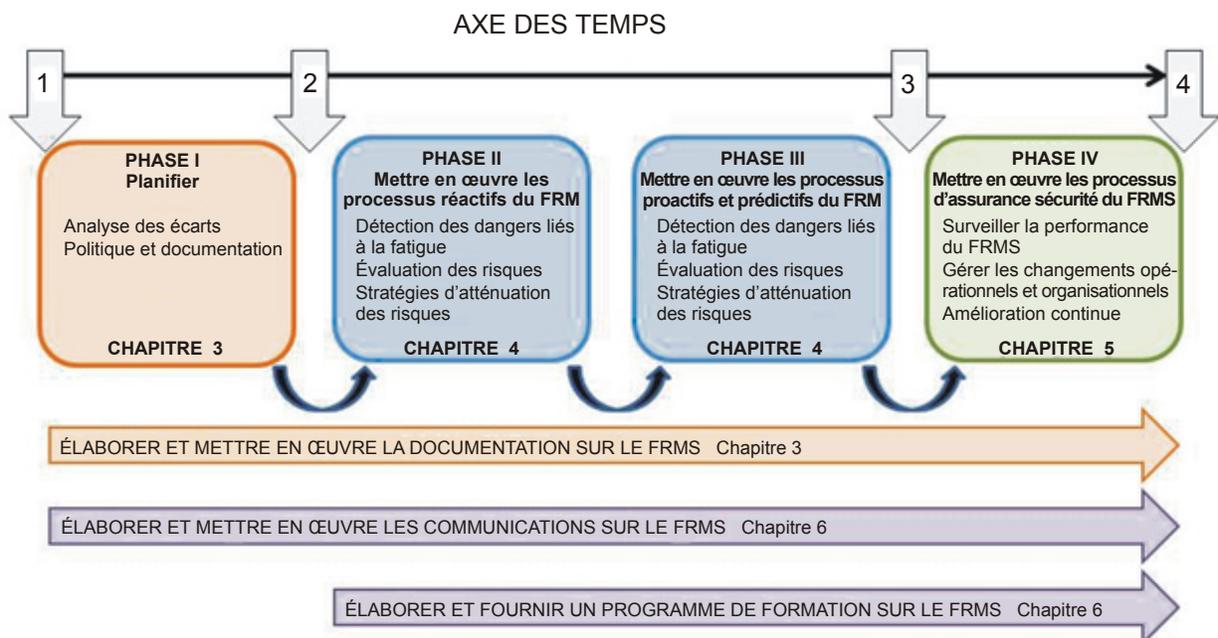


Figure 8-2. Le processus d'approbation du FRMS

La documentation proposée, qui doit être remplie par le réglementeur au cours du processus d'approbation, est mise en évidence dans chacune des sections ci-dessous. L'ensemble des informations et des preuves recueillies par le réglementeur au cours du processus d'approbation contribue à l'évaluation globale qui précède la décision d'accorder l'approbation finale du FRMS.

8.2.1 Jalon réglementaire 1 — Notification par l'exploitant

Au cours de la mise en œuvre progressive d'un FRMS, le réglementeur et l'exploitant doivent rester en contact, à partir du moment où l'exploitant entame le processus de mise en œuvre. Cette interaction précoce facilite l'établissement de relations de travail ouvertes et prudentes entre le réglementeur et l'exploitant. Elle permet en outre au réglementeur d'exprimer clairement ses attentes et ses demandes.

Le réglementeur peut encourager au départ les contacts avec un exploitant qui compte élaborer un FRMS, par exemple en demandant un avis d'intention écrit. Certains États peuvent simplement demander à l'exploitant une lettre pour les informer de ses intentions. D'autres États peuvent préférer une demande plus formelle, par exemple un « Avis de proposition de modification ». Le réglementeur peut aussi décider de rencontrer l'exploitant en personne pour discuter ses plans.

À ce stade, le réglementeur peut s'attendre à ce que l'exploitant ait déjà entrepris des préparatifs. Ceux-ci peuvent consister à :

- désigner un ou plusieurs responsables attitrés de l'organisation, qui sont dotés des pouvoirs nécessaires ;
- s'assurer qu'une ou plusieurs personnes clés ont acquis ou sont en train d'acquérir des connaissances suffisantes ;
- allouer des ressources pour appuyer l'élaboration du FRMS.

Une fois le premier contact établi par l'exploitant, le réglementeur devrait lui fournir une liste de contrôle détaillée de ses exigences réglementaires concernant un FRMS. Mais tous les détails nécessaires ne doivent pas empêcher la liste d'être assez flexible pour que l'exploitant puisse répondre à ces exigences. Dresser une liste aussi précise demande du temps et des efforts, mais le résultat est un outil essentiel pour l'exploitant comme pour le réglementeur. Cette liste servira de base à l'exploitant pour son analyse des écarts exigée par l'élaboration du plan de mise en œuvre de son FRMS. Pour le réglementeur, la liste constitue la première partie des processus d'audit suivants qui sont prescrits aux fins d'approbation et de supervision. On trouvera ci-dessous un aperçu des éléments de la liste de contrôle pour chacun des jalons réglementaires suivants.

8.2.2 Jalon réglementaire 2 — Examen du plan, de la politique et de la documentation relatifs au FRMS

En s'aidant de cette liste de contrôle du FRMS, le réglementeur peut façonner un outil plus complet qui peut servir à consigner les informations suivantes : l'endroit où chaque élément exigé du FRMS est documenté dans les procédures de l'exploitant ; la méthode utilisée par celui-ci pour prouver la conformité avec les éléments exigés du FRMS ; et tous commentaires du réglementeur au sujet de la proposition de l'exploitant. Comme pour la liste de contrôle, la création de cet outil (appelé ici formulaire d'évaluation du FRMS) prend du temps et des efforts, mais elle en vaut la peine, car le document final ainsi obtenu deviendra le principal outil de supervision. L'appendice C présente un exemple de formulaire d'évaluation d'un FRMS.

Documentation réglementaire

1. Examen du plan du FRMS

Le réglementeur devrait examiner le plan de mise en œuvre de l'exploitant, notamment l'analyse des écarts, les opérations auxquelles le FRMS est destiné, le personnel clé chargé du plan et les délais prévus. Le but est de repérer rapidement tous

domaines pour lesquels l'exploitant doit améliorer sa capacité de mettre en œuvre un FRMS, avant que l'État ou l'exploitant n'y consacre trop de temps et d'efforts.

Un examen positif du plan de mise en œuvre du FRMS signifie que le régulateur a la preuve que l'exploitant comprend ce qui est demandé.

Liste de contrôle réglementaire :

Liste de contrôle pour l'examen du plan de mise en œuvre du FRMS	
<ul style="list-style-type: none"> • Reflète un engagement envers une bonne culture de production de rapports sur la sécurité. • Définit les objectifs de sécurité du FRMS. • Définit les rôles et responsabilités de tous les acteurs à l'égard du FRMS, notamment la désignation du dirigeant responsable. • Présente les opérations spécifiquement prévues par les plans de mise en œuvre du FRMS. • Présente un échéancier global pour l'obtention de l'approbation finale. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Plan d'élaboration de la documentation (Chapitre 3) <ul style="list-style-type: none"> — Jalons — Méthode 	
<ul style="list-style-type: none"> • Plan d'élaboration de processus de FRM (Chapitre 4) <ul style="list-style-type: none"> — Jalons — Méthode 	
<ul style="list-style-type: none"> • Plan d'élaboration de processus d'assurance sécurité du FRMS (Chapitre 5) <ul style="list-style-type: none"> — Jalons — Méthode 	
<ul style="list-style-type: none"> • Plan d'élaboration d'un programme de formation sur le FRMS (Chapitre 6) <ul style="list-style-type: none"> — Jalons — Méthode 	
<ul style="list-style-type: none"> • Plan d'élaboration de procédures et processus de communication du FRMS (Chapitre 6, § 6.3) <ul style="list-style-type: none"> — Jalons — Méthode 	

2. Examen de la proposition initiale de politique et de documentation sur le FRMS

À l'aide du formulaire d'évaluation du FRMS (mentionné ci-dessus), le régulateur devrait faire un examen pour déterminer si la politique et la documentation initiales de l'exploitant couvrent bien les exigences réglementaires. Cet examen comprendra l'évaluation des éléments suivants :

- le contenu de la politique ;
- la structure organisationnelle ;
- le processus d'enregistrement des écarts fondé sur le risque. Ce processus permettra de documenter la portée et le motif de dépassements importants prévus pour des périodes de vol et de service programmées, les réductions importantes de périodes de repos, et les nombreux usages de l'autorité du commandant pour effectuer le vol ;
- le processus d'évaluation proposé pour les risques de fatigue ;
- le processus d'assurance sécurité proposé ;

- les processus d'intégration au service de sécurité ;
- les procédures d'audit du contrôle de la qualité ;
- le plan et les procédures de formation initiaux (y compris les rapports sur la fatigue) ;
- le mandat du Groupe d'action — Fatigue et sécurité ;
- les détails des activités de promotion de la sécurité ;
- les méthodes de contrôle et de gestion des changements apportés au FRMS.

Le réglementeur pourrait aussi vouloir mener des entrevues documentées avec le personnel clé chargé d'élaborer le plan de mise en œuvre, en vue de vérifier son niveau de connaissances de l'organisation et la valeur de son engagement envers le plan.

Un examen positif de la proposition de politique et de documentation sur le FRMS signifie que le réglementeur a la preuve que l'exploitant s'est engagé à répondre à ces besoins de mise en œuvre d'un FRMS.

Liste de contrôle réglementaire :

Liste de contrôle pour l'examen de la politique et de la documentation initiales sur le FRMS (Chapitre 3)
<ul style="list-style-type: none"> • Une politique sur le FRMS est en place. • La politique sur le FRMS reflète les engagements de l'organisation relatifs à la gestion des risques de fatigue. • La politique sur le FRMS comporte une clause précise au sujet de la fourniture des ressources nécessaires à la mise en œuvre de la politique. • Les procédures de présentation des rapports sont formulées. • La liste de contrôle indique clairement les types de comportement inacceptables dans le contexte du FRMS. • Les conditions dans lesquelles des mesures disciplinaires s'appliqueraient sont clairement formulées dans le contexte du FRMS. • La politique sur le FRMS est communiquée, et reçoit l'approbation manifeste de l'ensemble de l'organisation. • Le dirigeant responsable, garant en dernier ressort de la mise en œuvre et de l'entretien du FRMS et du contrôle de toutes les ressources nécessaires, est désigné.
<ul style="list-style-type: none"> • Livraison de la documentation initiale comprenant : <ul style="list-style-type: none"> — les processus de FRM ; — les processus d'assurance sécurité du FRMS ; — le programme de formation sur le FRMS ; — les procédures et processus de communication du FRMS.

8.2.3 Jalon réglementaire 3 — Examen des processus initiaux de FRM

Lorsque le plan de mise en œuvre du FRMS et la proposition de politique et de documentation ont été soigneusement revus, l'exploitant peut commencer à mettre en œuvre les processus de FRM. Cette activité consiste à intégrer les Phases II et III du processus de mise en œuvre de l'exploitant, et peut prendre beaucoup de temps et exiger plusieurs réunions avec l'exploitant.

Pour franchir le troisième jalon du processus réglementaire, le réglementeur :

1. examine le processus d'évaluation réactif des risques. L'examen porte notamment sur les outils utilisés, comme le registre des dangers liés à la fatigue, sur la construction de la matrice des risques, l'application et la probabilité de mesures sévères convenues, la méthodologie conçue pour élaborer des stratégies d'atténuation, les procédures de présentation de rapports sur la fatigue, ainsi que tous sondages auprès des équipages et les procès-verbaux des réunions du Groupe d'action — Fatigue et sécurité ;
2. examine les processus de détection proactifs et prédictifs des dangers, notamment l'évaluation des paramètres du tableau de service adoptés pour la fatigue, toute information fournie par la modélisation biomathématique, l'élaboration d'indicateurs de performance du FRMS et de leurs cibles, les documents d'appui scientifiques, les procès-verbaux du Groupe d'action — Fatigue et sécurité, d'autres pratiques exemplaires d'exploitation, le registre des dangers liés à la fatigue, et autres stratégies d'atténuation proposées pour réduire les risques ;
3. examine les résultats de tous les processus d'évaluation des risques (réactifs, proactifs et prédictifs), et accepte les indicateurs et les cibles de performance initiaux du FRMS ;
4. échantillonne directement certains des enregistrements cités dans l'évaluation des risques, et évalue les procédures de l'exploitant d'après les évaluations de risques fournies ;
5. procède à l'examen final du programme et des dossiers de formation initiaux (et peut même assister à l'un des cours de formation initiaux). Le réglementeur devra examiner les projets de formation conçus pour les employés de l'exploitant, afin de s'assurer qu'ils couvrent les documents généraux sur la fatigue et les aspects du FRMS propres à l'exploitation. La portée de la formation devra être en rapport avec la participation des groupes d'employés au FRMS. Dans le cadre du programme de formation, tous les employés concernés par le système de rapports doivent être spécialement formés sur le mode de fonctionnement du système, sur la façon d'utiliser les informations obtenues, et sur l'opportunité d'une réévaluation de la personne à cause des tendances observées dans ses rapports classés sur la fatigue. Le réglementeur peut décider d'assister à une séance de formation, au lieu de se contenter d'examiner les documents ou le programme de formation ;
6. procède à des entretiens documentés avec des employés choisis dans tous les secteurs concernés par le FRMS, et peut enrôler d'autres spécialistes de la réglementation ou d'autres effectifs (de l'État ou du secteur privé) qui participeront à l'examen des informations ;
7. examine les limites du projet d'exploitation du FRMS, et les adapte en conséquence si le dossier n'est pas suffisamment étayé ;
8. présente un rapport d'audit, et, au besoin, une liste de mesures correctives.

Si l'exploitant est prié par le réglementeur de prendre des mesures correctives, celui-ci devrait convenir d'un plan d'action pour apporter ces corrections. Lorsque l'exploitant a pris les mesures correctives, le réglementeur devra revenir au point concerné du processus décrit ci-dessus, et présenter un rapport de clôture de l'audit.

Si aucune correction ne s'impose, ou lorsque les mesures correctives sont déjà prises, le réglementeur peut permettre à l'exploitant de faire un essai des opérations proposées du FRMS dans les limites nouvellement convenues. À ce stade, le FRMS n'a pas reçu l'approbation finale, puisque les processus d'assurance sécurité ne sont pas encore mis en œuvre.

Liste de contrôle réglementaire :

Exigences générales
<ul style="list-style-type: none"> • Établissement du GAFS <ul style="list-style-type: none"> — Désignation des membres du Groupe. — Désignation d'une personne qualifiée, pour gérer et superviser les fonctions du Groupe. — Tous les membres du Groupe remplissent les fonctions et les responsabilités requises. • Établissement de limites (valeurs maximales pour les temps de vol ou les périodes de service de vol, et valeurs minimales pour les périodes de repos). • Gestion de dossiers de temps de vol, de périodes de service de vol et de périodes de repos.
Validation des processus initiaux du FRM (Chapitre 4)
<ul style="list-style-type: none"> • Un bon système de présentation de rapports sur la fatigue est en place. • Les opérations régies par chaque ensemble de processus du FRMS sont identifiées (§ 4.2). • Les données et les informations sont recueillies (§ 4.3, 4.4). • Les dangers sont détectés (§ 4.4). • Les évaluations de risques sont entreprises et documentées (§ 4.5). • Les stratégies appropriées d'atténuation des risques sont entreprises (§ 4.6). • Il y a un flux d'informations démontrable entre le FRMS et d'autres systèmes de sécurité (p. ex. le SGS dans l'ensemble des réunions du Groupe d'action — Fatigue et sécurité ou le service de sécurité).
Validation des processus de promotion initiaux du FRMS (Chapitre 6)
<ul style="list-style-type: none"> • Le plan de formation mis en œuvre (§ 6.2) avec les membres du personnel chargé du FRMS présente le niveau requis de connaissances sur le sommeil et la fatigue, ainsi que leurs responsabilités et les procédures à suivre en rapport avec le FRMS. • Les dossiers de formation sont gérés (§ 6.3). • Les informations liées au FRMS sont rapidement diffusées parmi tous les acteurs concernés.

8.2.4 Jalon réglementaire 4 — Approbation du FRMS

Avant de pouvoir donner l'approbation finale du FRMS, il faut prouver que le FRMS donne les résultats attendus en matière de sécurité. L'exploitant doit maintenant valider les processus d'assurance sécurité et faire état d'un FRMS qui fonctionne parfaitement dans les limites convenues, lesquelles peuvent s'écarter des limitations prescriptives. La validation des processus d'assurance sécurité prendra du temps. En outre, le réglementeur devra rendre des visites régulières, faire des examens de données-échantillons, procéder à des analyses de documents, et interroger des membres clés du personnel. Tous les éléments d'un FRMS, notamment les processus d'assurance sécurité, doivent fonctionner méthodiquement dans le cadre général des processus de sécurité de l'exploitant. Au cours de cette période d'essai, le réglementeur doit surveiller étroitement toutes les activités.

Surtout, le réglementeur doit fixer une date limite pour cette période d'essai. Un délai suffisant est nécessaire pour permettre à l'exploitant de prouver que tous les éléments d'un FRMS (y compris les processus d'assurance sécurité) fonctionnent normalement. Cependant, un exploitant n'est pas autorisé à s'écarter des limites prescriptives pour une période indéterminée. La propriété d'un FRMS approuvé diminue de valeur si un exploitant peut continuer d'utiliser un « FRMS en cours d'élaboration » sans trop essayer de répondre aux conditions d'approbation.

L'exploitant devra prouver que les processus d'assurance sécurité de son FRMS sont utilisés pour examiner les indicateurs de performance du FRMS d'après les objectifs prévus, et qu'il peut formuler et entreprendre toutes mesures nécessaires. S'il s'avère que les stratégies d'atténuation ou les limites prescrites ne permettent pas d'atteindre les objectifs de performance en matière de sécurité, ou si des changements qui touchent l'ensemble du FRMS sont détectés par les processus d'assurance sécurité, les points faibles de l'activité (ou des activités) liée(s) au FRMS sont réévalués par le biais des processus du système.

Ces processus sont documentés et font partie de l'examen du système par le Groupe d'action — Fatigue et sécurité, pour être ensuite consignés dans les procès-verbaux. Par son mode de fonctionnement, le Groupe doit aussi expliquer la nature et la gestion de tous nouveaux dangers liés à la fatigue, ainsi que son évaluation et sa gestion subséquentes des risques. Les fonctions d'assurance ont pour but de surveiller l'efficacité des stratégies d'atténuation et d'examiner le bien-fondé des limites du FRMS. En outre, l'ensemble du système fera l'objet d'un audit interne pour vérifier l'application des procédures, l'efficacité des stratégies d'atténuation des risques et les hypothèses formulées. Ces vérifications doivent être documentées.

Pendant cette période d'essai, le régulateur pourra se convaincre de la capacité de l'exploitant à bien exploiter les données recueillies. En outre, on devrait lui fournir des preuves que l'exploitant gère bien ses risques de fatigue. Cette tâche devrait aussi consister à surveiller la performance de l'exploitant en matière de sécurité après tous changements. Le régulateur peut avoir noté des cas où l'exploitant a réduit des temps de vol et de service qui seraient autrement permis dans les limitations prescrites pour l'emploi de ses processus du FRMS.

Dans cette phase finale qui précède l'approbation, l'exploitant aura aussi prouvé qu'il a ajouté un programme efficace de formation périodique à son programme initial. En outre, le régulateur devrait s'assurer que tout programme de formation initiale mentionné dans le plan de mise en œuvre accepté est achevé avant l'approbation finale du FRMS.

S'appuyant toujours sur le formulaire d'évaluation du FRMS, le régulateur devrait ensuite procéder à la vérification finale du FRMS de l'exploitant. À ce stade, ce formulaire documente la progression de l'exploitant dans le processus d'approbation. À l'audit d'approbation final, le régulateur devrait examiner les preuves des fonctions de l'exploitant relatives à l'assurance sécurité du FRMS, en examinant les objectifs de performance convenus et en évaluant toutes tendances. En outre, le régulateur devrait vérifier si le système a fait l'objet d'un audit interne des processus. Il peut décider de vérifier certaines des sources primaires d'enregistrement dans le système (p. ex. les rapports sur la fatigue). Cependant, le régulateur devra veiller au caractère confidentiel de certaines méthodes de présentation (p. ex. les rapports sur la fatigue). L'examen de ces rapports a seulement pour but de confirmer l'évaluation des tendances par l'exploitant. L'intégrité du système de rapports efficace sur la sécurité et le respect de la confidentialité désirée par l'auteur des rapports pour appuyer le système — géré par l'exploitant — devraient être des priorités pour le régulateur. Celui-ci devrait présumer que l'exploitant a déjà documenté des tendances et réévalué le risque lié à la fatigue au moyen des fonctions d'évaluation des risques.

En outre, le régulateur devrait faire un examen de la documentation et des procédures finales de l'exploitant pour s'assurer des corrections ou des ajouts requis. En fin de compte, le régulateur devrait examiner la version finale du programme de formation, ainsi que son complément périodique.

Lorsque tous les critères de chacune des étapes sont observés, et que tous les processus du FRMS fonctionnent en parfait accord à l'égard des opérations spécifiques auxquelles ils s'appliquent, l'approbation peut être donnée. La période d'essai prend donc fin pour l'exploitant, qui peut maintenant utiliser le FRMS pour adapter les heures de vol et de service dans les limites approuvées **pour les activités particulières désignées**. Tout changement qui vise la portée du FRMS ne peut être mis en œuvre qu'avec l'approbation réglementaire de son application à de nouvelles opérations.

Le tableau suivant présente une liste de contrôle des exigences générales prescrites pour valider les processus d'assurance sécurité.

Liste de contrôle réglementaire :

Validation des processus d'assurance sécurité du FRMS (Chapitre 5)
<ul style="list-style-type: none"> • Les indicateurs de performance en matière de sécurité sont identifiés et jugés acceptables par le réglementeur (§ 5.2). • La performance du FRMS en matière de sécurité est surveillée par l'examen des tendances présentées par les indicateurs de performance en matière de sécurité (§ 5.2, 5.3). • Les stratégies d'atténuation et les mesures de contrôle sont modifiées au besoin d'après les conclusions formulées (§ 5.3, 5.4). • Il existe un processus conçu pour identifier et gérer les changements qui influent sur le FRMS (§ 5.5). • Il existe un processus conçu pour assurer l'amélioration continue du FRMS.
<ul style="list-style-type: none"> • Procéder à l'examen de la documentation finale du FRMS, notamment : <ul style="list-style-type: none"> — les processus de FRM ; — les processus d'assurance sécurité du FRMS ; — le programme de formation sur le FRMS (y compris le programme de formation périodique) ; — les procédures et processus de communication du FRMS.

La partie finale du processus d'approbation consistera, pour le réglementeur, à établir les exigences permanentes des audits et leur échéancier. Dans ce cadre, le réglementeur peut exiger que l'exploitant envoie des mises à jour mensuelles (ou pour une autre période de temps désignée) des tendances présentées par l'ensemble ou certains des indicateurs de performance acceptés du FRMS.

Les fonctions d'audit de supervision normales sont enregistrées. De même, les réglementeurs doivent s'assurer que lorsqu'un exploitant utilise un FRMS, il dispose d'un bon système d'enregistrement. Ces dossiers contiendront les résultats, les conclusions et les avis de correction du processus d'approbation et de la supervision permanente.

Chapitre 9. Supervision d'un FRMS

Une fois le FRMS d'un exploitant approuvé, l'État assume la responsabilité du suivi de son efficacité, de sa conformité à la réglementation et de la vérification d'un niveau de performance acceptable. Au sein d'une organisation, les conditions changent et certaines peuvent avoir des conséquences sur l'efficacité du FRMS, comme des pressions externes sur l'exploitant, des questions économiques et le fonctionnement global de l'organisation. En d'autres termes, après l'approbation définitive, la surveillance de la performance globale du FRMS doit être incorporée dans le programme de supervision périodique de l'exploitant par l'organisme de réglementation.

9.1 FONCTIONS DE PLANIFICATION RÉGLEMENTAIRE

Pour assurer des niveaux de surveillance appropriés, il faut procéder à des audits officiels planifiés. À cet effet, il convient :

- *d'établir un calendrier des audits/inspections FRMS, dans le cadre du programme de supervision.*
Le réglementeur est tenu de visiter l'exploitant au moins une fois par an. Des visites supplémentaires non planifiées peuvent également être effectuées et, dans le cadre du programme de supervision, le réglementeur peut également demander à recevoir plus fréquemment des documents de l'exploitant.
- *de constituer des ressources d'inspection.*
Les inspecteurs doivent avoir une bonne connaissance des aspects scientifiques de la fatigue (voir Chapitre 6), une expérience de la réglementation des FRMS et une connaissance pratique des opérations de l'exploitant.

9.2 EXIGENCES PARTICULIÈRES POUR LA SUPERVISION D'UN FRMS

Pour le réglementeur, la supervision du FRMS d'un exploitant consiste à examiner les preuves de la mise en œuvre des fonctions FRMS d'assurance sécurité par un suivi des objectifs de performance convenus dans le cadre du FRMS et par l'évaluation des éventuelles tendances. Le réglementeur est également tenu de s'assurer que le système a fait l'objet des audits internes prescrits pour ses processus. Il peut décider d'auditer certaines des sources primaires de données du système (comme les rapports de fatigue). Il faudra confirmer que l'exploitant tient à jour une documentation appropriée des tendances et, le cas échéant, identifie les tendances potentiellement néfastes et les gère adéquatement dans le cadre de ses fonctions d'évaluation des risques. Le réglementeur doit également procéder à une analyse de la documentation et des procédures de l'exploitant en vue de déterminer s'il y a eu des corrections ou des ajouts après l'approbation. Il doit aussi examiner la documentation de formation actuelle, y compris tous les dossiers de formation du personnel.

Dans le cadre de la supervision normale, le réglementeur doit conduire des entrevues avec les diverses personnes qui participent à la mise en œuvre du FRMS et faire un suivi des changements dans le personnel clé du FRMS. S'il y a eu de tels changements, le réglementeur doit s'assurer que les nouveaux responsables sont inscrits sur la liste de personnes à rencontrer. Dans certaines circonstances, un inspecteur de l'État peut également demander d'assister à une réunion du Groupe d'action — Fatigue et sécurité pour préciser l'information sur les processus FRMS de l'exploitant, même si l'inspecteur en question ne participe pas aux activités du Groupe d'action.

Le régulateur doit s'assurer que tous les processus FRMS fonctionnent de manière cohérente dans le cadre des opérations spécifiques auxquelles ils s'appliquent.

Liste de contrôle réglementaire :

Supervision d'un FRMS
<ul style="list-style-type: none"> • Étude des indicateurs et des objectifs de performance du FRMS • Échantillonnage des dossiers et de la documentation • Entrevues documentées • Continuité des rapports • Participation aux réunions et aux séances de formation • Preuves de l'existence d'un échange d'informations entre le SGS et le FRMS • Groupe d'action — Fatigue et sécurité : <ul style="list-style-type: none"> — examen du journal des dangers recensés — examen des procès-verbaux de réunions • Collecte d'informations auprès de sources externes, telles que des publications scientifiques, l'expérience acquise dans la supervision des FRMS d'autres exploitants • Examen des limites extrêmes • Examen des limitations des temps de vol et de service indiquées dans le cadre des opérations FRMS • Évaluation de la gestion des changements, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> — opérations auxquelles le FRMS s'applique — personnel clé

9.3 APPLICATION D'UN FRMS

L'organisme de réglementation doit établir un processus applicable en cas de déficiences identifiées dans un FRMS. Les mesures d'application doivent être proportionnées au niveau de risque qu'entraîne la déficience en cause. Ces mesures peuvent aller de simples changements administratifs ou adaptations opérationnelles du FRMS à une révocation de l'approbation du FRMS.

Les trois niveaux de mesures d'application sont, par ordre de gravité :

- *Notification à l'exploitant d'améliorer ses processus FRMS :*
Si la supervision par l'État fait ressortir des préoccupations concernant la conformité du FRMS de l'exploitant aux exigences réglementaires, l'exploitant devrait être initialement avisé qu'il doit améliorer des aspects particuliers de son FRMS pour se mettre en conformité avec les exigences réglementaires. Selon les constatations faites au cours du processus d'audit, le régulateur pourra avoir à conseiller l'exploitant et à collaborer avec lui pour établir un plan de mesures correctives mutuellement accepté.
- *Abaissement obligatoire des valeurs maximales (et/ou rehaussement des valeurs minimales) :*
Si la supervision par l'État fait ressortir des préoccupations à propos de l'efficacité d'un élément du FRMS de l'exploitant, l'État peut avoir à intervenir de manière autoritaire pour réviser les valeurs maximales et minimales de l'exploitant. Ces limites fixées par le régulateur devraient rester en vigueur tant que l'exploitant n'a pas fourni des éléments probants sur l'efficacité de ses processus FRMS et que l'État n'estime pas pouvoir lui faire confiance sur le plan du respect de la réglementation.

- *Révocation de l'approbation du FRMS :*

S'il estime qu'il existe de sérieuses préoccupations de sécurité impossibles à traiter par les mesures correctives mentionnées ci-dessus, l'État doit révoquer l'approbation du FRMS et exiger que l'exploitant fonctionne avec des limitations prescriptives de temps de vol et de service. Pendant la période où il est soumis à de telles limitations de temps de vol et de service, l'exploitant peut améliorer ses processus FRMS et ses autres systèmes de sécurité, notamment ses processus SGS, dans le but de regagner la confiance de l'organisme de réglementation et de solliciter une nouvelle approbation de son FRMS. À ce point, si l'État considère que le FRMS de l'exploitant respecte ses exigences, il peut accorder une approbation restreinte (p. ex. assortie de valeurs maximales réduites pour les temps de vol et de service, et de valeurs minimales pour les périodes de repos) jusqu'à ce qu'il soit convaincu que le système est viable et efficace.

Appendice A. Mesure de la fatigue des membres d'équipage

Les processus de FRM (Chapitre 4) et les processus d'assurance sécurité du FRMS (Chapitre 5) nécessitent parfois des mesures de la fatigue des membres d'équipage. Il n'existe pas de mesure simple utilisable comme « arme absolue », car la dégradation des facultés humaines sous l'effet de la fatigue affecte de nombreuses aptitudes et provient de causes multiples. Les recherches scientifiques utilisent une grande variété de mesures de la fatigue. Celles qui sont décrites ci-après ne sont que des exemples choisis pour différentes raisons :

- il a été démontré qu'elles sont assez sensibles pour mesurer ce qu'elles prétendent mesurer (c.-à-d. qu'elles ont été validées scientifiquement) ;
- elles n'affectent pas les capacités des membres d'équipage à accomplir leurs fonctions opérationnelles ;
- elles sont largement utilisées en aviation, ce qui permet de comparer les données entre différents types d'opérations.

De nouvelles techniques de mesure de la fatigue et du sommeil sont élaborées et certaines deviendront des outils utiles à ajouter à la liste ci-après une fois que leur efficacité aura été validée dans les opérations aéronautiques. Entre-temps, il est important qu'un FRMS soit fondé sur des mesures reconnues comme significatives et fiables par le réglementeur, l'exploitant, les membres d'équipage et la communauté scientifique. Il est inutile de dépenser temps et argent pour recueillir des données de valeur douteuse par des méthodes contestables.

La fatigue peut être évaluée d'après les souvenirs ou les impressions instantanées des membres d'équipage (mesures subjectives), ou par des mesures objectives, comme des tests de performance et différentes techniques de surveillance physique. Chaque type de mesure a ses avantages et ses inconvénients. La considération primordiale pour choisir les types de données à compiler devrait être le niveau attendu de risques lié à la fatigue.

A-1. États de fatigue rapportés par des membres d'équipage

A-1.1 Formulaires de rapport de fatigue

Les formulaires de rapport de fatigue permettent à chaque membre d'équipage de fournir des informations vitales sur les risques de fatigue à tout moment au cours d'une opération aérienne. Les membres d'équipage sont encouragés à participer à ce processus par un système efficace de rapports (voir Doc 9859 de l'OACI). Il faut d'entrée établir une distinction claire entre un comportement acceptable (pouvant comporter des erreurs involontaires) et un comportement inacceptable (négligence, témérité, infractions ou sabotage). Cette distinction assure une protection équitable du déclarant, sans pour autant lui assurer l'immunité à l'égard de mesures disciplinaires éventuelles. Les membres d'équipage doivent également être convaincus que leurs rapports seront pris en considération, ce qui suppose une rétroaction de la part du Groupe d'action — Fatigue et sécurité (GAFS), et ils doivent être convaincus que le processus de rapports est destiné à améliorer la sécurité et non à leur attirer des blâmes. Une série de rapports de fatigue sur une route particulière peut déclencher une enquête plus approfondie du GAFS.

Les formulaires de rapports de fatigue doivent être aisément accessibles et faciles à remplir et à soumettre. On étudiera la possibilité de les présenter en format électronique, par exemple pour être remplis sur un ordinateur portable ou un téléphone intelligent (iPod, Blackberry, etc.). L'exemple de formulaire de rapport de fatigue présenté ci-après est adapté à partir du formulaire couramment utilisé depuis plus de 10 ans dans le cadre du FRMS d'un exploitant.

Au moment de l'introduction des rapports de fatigue et d'autres activités de sensibilisation aux effets de la fatigue, il est probable qu'on assistera à une multiplication de ces rapports. Cette « pointe » ne correspond pas nécessairement à une augmentation des occurrences ou des risques de fatigue. Il peut simplement s'agir d'un intérêt plus grand pour cette forme de rétroaction. D'autres indicateurs de performance de sécurité FRMS pourront être évalués pour décider si l'augmentation des rapports de fatigue devrait faire l'objet d'une enquête du GAFS.

EXEMPLE de formulaire de rapport de fatigue

Confidentialité requise : cliquez ici

Nom N° d'employé PNT/PNC (entourez)

QUAND ?

Date locale du rapport Heure de l'événement (heure locale du rapport)

Description du service (type du voyage)

Secteur sur lequel la fatigue a été constatée De À

Temps écoulé entre le rapport et le cas de fatigue Perturbation ? Oui / Non

Type d'aéronef Composition

DÉROULEMENT DE L'ÉVÉNEMENT

Décrivez ce que vous avez ressenti (ou observé).

Entourez le numéro qui correspond à vos sensations.

- | | |
|---|--|
| 1 Pleinement alerte, bien éveillé | 5 Baisse de régime modérée, fatigué |
| 2 Très actif, réactions normales, mais pas au maximum | 6 Fatigue extrême, grande difficulté à se concentrer |
| 3 Bien, assez reposé | 7 Épuisement complet |
| 4 Un peu fatigué, pas vraiment en forme | |

Sur l'échelle ci-dessous, marquez d'un « X » le point qui correspond à votre état du moment.

alerte ----- somnolent

À QUELLES CAUSES ATTRIBUEZ-VOUS L'ÉVÉNEMENT ?

Fatigue antérieure au service ?	Oui / Non	Depuis combien de temps étiez-vous éveillé lorsque l'événement s'est produit ?	heures	minutes
Hôtel	Oui / Non	Combien d'heures de sommeil avez-vous eues dans les <u>24 heures</u> précédant l'événement ?	heures	minutes
Maison	Oui / Non		Combien d'heures de sommeil avez-vous eues dans les <u>72 heures</u> précédant l'événement ?	heures
Service lui-même	Oui / Non		heures	minutes
Repos en vol	Oui / Non			
Perturbation	Oui / Non			
Personnel	Oui / Non	Sieste au poste de pilotage ?	Oui / Non	Si oui, quand ?
Autres commentaires			début	fin

QU'AVEZ-VOUS FAIT ?

Mesures de gestion ou de réduction de la fatigue (p. ex. sieste au poste de pilotage)

QU'EST-CE QUI AURAIT PU ÊTRE FAIT ?

Suggérez des mesures correctives.

A-1.2 Enquêtes rétrospectives

Les enquêtes rétrospectives constituent un moyen relativement économique pour obtenir d'un groupe de membres d'équipage des informations sur un certain nombre de sujets, tels que :

- la démographie (âge, expérience de vol, sexe, etc.) ;
- la durée et la qualité du sommeil à la maison et au cours des voyages ;
- l'expérience de la fatigue en service ;
- les opinions sur les causes et les conséquences de la fatigue en service.

Dans la mesure du possible, des échelles validées et des questions standard devraient être utilisées pour recueillir de l'information sur les sujets courants, comme les problèmes de sommeil. Cela permet de comparer les réponses des membres d'équipage dans le temps ou avec celles d'autres groupes¹. Par exemple, l'échelle de somnolence d'Epworth est un outil validé pour mesurer l'incidence de la somnolence sur la vie quotidienne. Il permet également d'évaluer cliniquement si l'individu souffre de somnolence excessive² et de fournir de l'information sur la répartition du problème de sommeil au sein d'un échantillon important³. La Figure A-1 reproduit l'échelle de somnolence d'Epworth. Les membres d'équipage doivent évaluer chaque situation entre le niveau 0 = « aucune somnolence » et le niveau 3 = « risque élevé de somnolence » avec un total possible de 24 points. Un score supérieur à 10 est généralement considéré comme une indication de somnolence excessive. Au-dessus de 15, on parle de somnolence extrême.

Les enquêtes rétrospectives peuvent également servir à faire un suivi de l'efficacité d'un FRMS dans le temps (en tant que processus FRMS d'assurance sécurité — voir Figure 5-3).

Selon vous, quelle est la probabilité de somnoler ou de vous endormir dans les situations suivantes, au-delà de la simple sensation de fatigue ?				
Basez-vous sur votre expérience récente dans la vie de tous les jours.		CLIQUEZ UNE CASE PAR LIGNE		
	<i>Aucune somnolence</i>	<i>Faible risque</i>	<i>Risque modéré</i>	<i>Risque élevé</i>
Assis et en train de lire	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
En regardant la télévision	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Assis inactif dans un endroit public (théâtre, réunion, etc.)	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Comme passager dans une voiture après plus d'une heure de voyage sans arrêt	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Allongé dans l'après-midi, lorsque les circonstances le permettent	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Assis et en train de parler à quelqu'un	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Assis au repos après un repas <i>sans</i> alcool	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Dans une voiture, arrêtée quelques minutes dans la circulation	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

Figure A-1. Échelle de somnolence d'Epworth

1. Notons que certaines mesures, par exemple l'échelle de somnolence de Karolinska et le contrôle de l'état de l'équipage Samn-Perelli, ne sont pas conçues pour être utilisées de manière rétrospective. Les réponses doivent porter sur la sensation du moment.
2. Johns, M.W., « Sleepiness in different situations measured by the Epworth Sleepiness Scale », *Sleep*, 1994, vol. 17, p. 703 à 710.
3. Gander, P.H., Marshall, N.S., Harris, R., Reid, P., « The Epworth sleepiness score: Influence of age, ethnicity and socioeconomic deprivation », *Sleep*, 2005, vol. 28, p. 249 à 253.

Avantages et inconvénients des enquêtes rétrospectives

Les enquêtes rétrospectives constituent un moyen relativement économique de collecter une certaine gamme d'informations. Cependant, l'élaboration et la distribution des questionnaires, la saisie d'information dans les bases de données et l'analyse exigent des efforts et des coûts non négligeables.

Les enquêtes rétrospectives sont également limitées par le fait que l'information est subjective et que sa fiabilité peut être discutable. La question de la fiabilité se pose particulièrement lorsque les membres d'équipage doivent se souvenir de détails précis sur les événements antérieurs, leurs sentiments ou la structure de leur sommeil. Il ne s'agit pas là d'intégrité des membres d'équipage, mais plutôt de l'imprécision des souvenirs d'événements passés qui est un problème commun et complexe des témoignages humains. Les préoccupations concernant d'éventuelles exagérations dans les réponses, pour des raisons personnelles ou professionnelles, devraient être minimales si une culture de rapports consciencieux a été établie pour le FRMS. De plus, les évaluations extrêmes ressortent clairement lorsqu'on les compare aux moyennes d'un groupe.

La confiance des membres d'équipage dans la confidentialité des données constituera généralement un facteur clé dans leur volonté de participer à des enquêtes et de fournir de l'information complète dans les questionnaires. En résumé, malgré leurs limitations, les enquêtes rétrospectives constituent parfois des sources d'informations utiles dans un FRMS.

A-2. Surveillance de la fatigue des membres d'équipage au cours des opérations de vol

A-2.1 Évaluation subjective de la fatigue et du degré de somnolence

Les points suivants doivent être pris en considération dans le choix des échelles d'appréciation de la fatigue et de la somnolence des membres d'équipage au cours des opérations de vol.

1. L'échelle est-elle facile et rapide à utiliser ?
2. Est-elle conçue pour être remplie à plusieurs moments, c'est-à-dire en plusieurs points d'un vol ?
3. A-t-elle été validée ? Par exemple, a-t-il été démontré que l'échelle est sensible aux effets du déficit de sommeil et du cycle de l'horloge circadienne dans des conditions expérimentales contrôlées ?
4. A-t-elle un caractère prédictif pour des mesures objectives, comme la performance ou le risque d'accident d'un véhicule à moteur ?
5. A-t-elle été utilisée dans d'autres opérations aériennes et les données sont-elles disponibles pour une comparaison des niveaux de fatigue ?

Les deux échelles suivantes répondent à ces critères.

Échelle de somnolence de Karolinska (KSS)

1 = extrêmement alerte
2
3 = alerte
4
5 = ni somnolent ni alerte
6
7 = somnolent, mais pas de difficulté à rester éveillé
8
9 = extrêmement somnolent, lutte contre le sommeil

Figure A-2. Échelle de somnolence de Karolinska (KSS)

L'échelle demande aux sujets d'évaluer leur tendance à l'endormissement au moment considéré⁴. On peut choisir toutes les valeurs de 1 à 9, pas seulement celles qui comportent une description verbale.

La Figure A-3 représente l'évaluation KSS fournie par 25 membres d'équipage sur des vols très-long-courriers (ULR), entre Singapour et Los Angeles⁵.

Chaque vol comportait deux équipages (deux commandants de bord et deux pilotes). L'équipage aux commandes (courbe pleine) assurait le décollage et l'atterrissage et bénéficiait de la deuxième et de la quatrième période de repos en vol. L'équipage de relève (courbe en pointillé) bénéficiait de la première et de la troisième période de repos en vol (les rôles des deux équipages étaient inversés pour le vol de retour).

Les évaluations KSS étaient faites aux moments suivants :

- première évaluation — prévol ;
- deuxième évaluation — en fin de montée ;
- troisième évaluation — avant la première période de repos en vol de chaque membre d'équipage ;
- quatrième évaluation — après la première période de repos en vol de chaque membre d'équipage ;
- cinquième évaluation — avant la deuxième période de repos en vol de chaque membre d'équipage ;

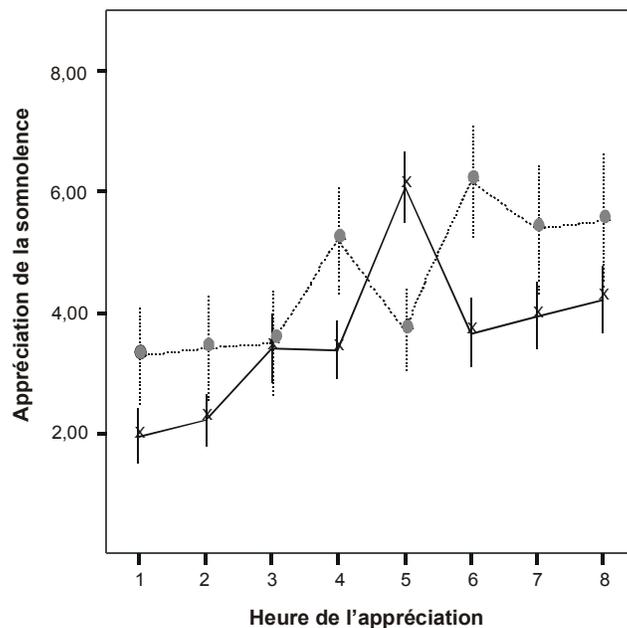


Figure A-3. Appréciation de la somnolence KSS sur des vols Singapour-Los Angeles
Courbe pleine : données pour l'équipage aux commandes
Courbe en pointillé : données pour l'équipage de relève

4. Åkerstedt, T., Gillberg, M., « Subjective and objective sleepiness in the active individual », *International Journal of Neuroscience*, mai 1990, vol. 52(1-2), p. 29 à 37.
 Gillberg, M., Kecklund, G., Åkerstedt, T., « Relations between performance and subjective ratings of sleepiness during a night awake », *Sleep*, avril 1994, vol. 17(3), p. 236 à 241.
 Harma, M., Sallinen, M., Ranta, R., Mutanen, P., Muller, K., « The effect of an irregular shift system on sleepiness at work in train drivers and railway traffic controllers », *Journal of Sleep Research*, 2002, vol. 11(2), p. 141 à 151.
 Gillberg, M., « Subjective alertness and sleep quality in connection with permanent 12-hour day and night shifts », *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1998, vol. 24 (Suppl. 3), p. 76 à 80.
 Reyner, L.A., Horne, J.A., « Evaluation of "in-car" countermeasures to sleepiness: cold air and radio », *Sleep*, 1998, vol. 21(1), p. 46 à 50.
5. Flight Safety Foundation, *Flight Safety Digest*, 2006, vol. 24, p. 8 et 9.
 Signal, T.L., van den Berg, M., Travier, N., Gander, P.H., « Phase 3 ultra-long range validation: in-flight polysomnographic sleep and psychomotor performance », Wellington, Nouvelle-Zélande : Massey University, Sleep/Wake Research Centre Report, 2004.

- sixième évaluation — après la deuxième période de repos en vol de chaque membre d'équipage ;
- septième évaluation — au début de la descente ;
- huitième évaluation — immédiatement après le vol, avant de quitter l'appareil.

Les courbes pour les équipages aux commandes et de relève étaient différentes au cours du vol, en partie à cause du décalage des périodes de repos.

Contrôle de l'état de l'équipage Samn-Perelli

Cette échelle demande au sujet d'évaluer son niveau de fatigue instantané et représente une version simplifiée de la liste Samn-Perelli⁶.

1 = pleinement alerte, bien réveillé
2 = très dynamique et réactif, mais pas au maximum
3 = bien, relativement dispos
4 = un peu fatigué, pas vraiment dispos
5 = assez fatigué, un peu déconcentré
6 = extrêmement fatigué, très difficile de se concentrer
7 = complètement épuisé, incapable de fonctionner efficacement

Figure A-4. Contrôle de l'état de l'équipage Samn-Perelli

La Figure A-5 représente les évaluations Samn-Perelli pour les mêmes membres d'équipage des vols ULR de la Figure A-3.

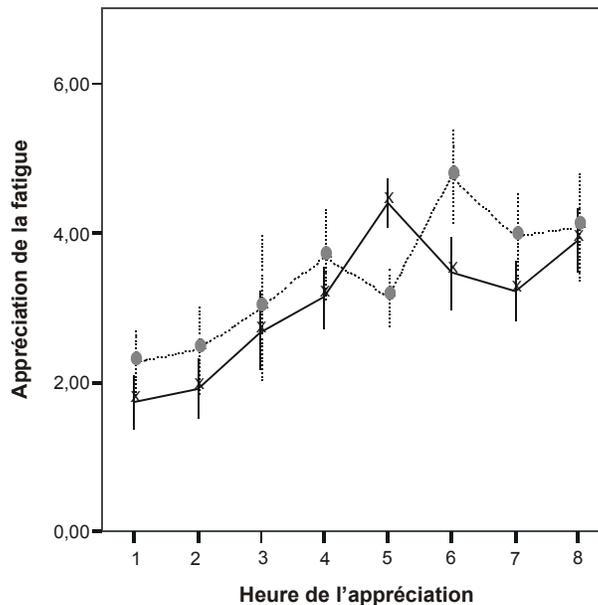


Figure A-5. Appréciation de la fatigue Samn-Perelli sur des vols Singapour-Los Angeles
 Courbe pleine : données pour l'équipage aux commandes
 Courbe en pointillé : données pour l'équipage de relève

6. Samn, S.W., Perelli, L.P., « Estimating aircrew fatigue: A technique with implications to airlift operations », Brooks AFB, TX: USAF School of Aerospace Medicine, Technical Report No. SAM -TR-82-21, 1982.
 Samel, A., Wegmann, H.M., Vejvoda, M., Drescher, J., Gundel, A., Manzey, D., Wenzel, J., « Two-crew operations: Stress and fatigue during long-haul night flights », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, août 1997, vol. 68(8), p. 679 à 687.
 Samel, A., Wegmann, H.M., Vejvoda, M., « Aircrew fatigue in long-haul operations », *Accident Analysis and Prevention*, juillet 1997, vol. 29(4) p. 439 à 452.

Avantages et inconvénients des évaluations subjectives

Les évaluations subjectives de somnolence et de fatigue sont relativement économiques et permettent de recueillir facilement des données à analyser. De plus, la forme perçue par un membre d'équipage est susceptible d'influencer ses décisions sur l'opportunité d'appliquer des stratégies de lutte contre la fatigue. Par ailleurs, les évaluations subjectives ne sont pas toujours aussi fiables que les mesures objectives de dégradation des performances ou de manque de sommeil, particulièrement lorsque les personnes sont en état de déficit de sommeil (repos insuffisant) pendant plusieurs nuits consécutives.

Les préoccupations concernant d'éventuelles exagérations dans les évaluations subjectives de somnolence et de fatigue, pour des raisons personnelles ou professionnelles, devraient être minimales si une culture de rapports consciencieux a été établie pour le FRMS. De plus, les évaluations extrêmes ressortent clairement lorsqu'on les compare aux moyennes d'un groupe.

Dans le cadre d'un FRMS, les évaluations subjectives de somnolence et de fatigue sont particulièrement utiles :

- pour collecter de l'information sur des groupes importants de membres d'équipage ;
- lorsqu'on a besoin rapidement de données pour décider s'il y a lieu de procéder à une surveillance en profondeur ou si des stratégies complémentaires sont nécessaires pour atténuer le risque de fatigue ;
- pour une série de mesures lorsqu'une surveillance plus intensive est instituée dans le cadre d'un FRMS (p. ex. lors de la validation d'une nouvelle route), du fait que cela donne une bonne idée de l'expérience de fatigue des membres d'équipage.

Le processus de décision du GAFS peut être guidé par la comparaison des moyennes (ou des extrêmes) avec des données provenant d'autres opérations.

A-2.2 Mesures de performance objectives

Dans les études en laboratoire, on utilise une série de tests de performance objectifs, mais ils portent généralement sur des aspects très spécifiques de la performance (p. ex. temps de réaction, vigilance ou mémoire à court terme), et non sur des combinaisons complexes d'aptitudes dont les membres d'équipage ont besoin pour exécuter leurs tâches. Les tests en laboratoire servent aussi à mesurer des performances individuelles, pas dans le contexte d'un équipage. Néanmoins, quelques tests de performance simples sont considérés comme des « coups de sonde » ou des indicateurs de la capacité d'un membre d'équipage à accomplir ses fonctions.

Les aspects suivants doivent être pris en considération dans le choix des tests de performance lorsqu'on surveille la fatigue et la somnolence d'un membre d'équipage au cours des opérations de vol.

1. Quelle est la durée du test ?
2. Peut-il être répété à différents moments (p. ex. en plusieurs points d'un vol) sans entraver la capacité de la personne à accomplir les tâches de sa fonction ?
3. A-t-il été validé ? Par exemple, a-t-il été démontré que l'échelle utilisée est sensible aux effets du déficit de sommeil et au cycle de l'horloge circadienne dans des conditions expérimentales contrôlées ?
4. A-t-il un caractère prédictif pour des tâches plus complexes, comme les performances de l'équipage en simulateur ou au cours d'une urgence en vol ? (Malheureusement, il n'y a eu jusqu'ici que très peu de recherches sur cet aspect du problème.)
5. A-t-il été utilisé dans d'autres opérations aéronautiques et existe-t-il des données de comparaison des niveaux de fatigue ?

L'un des tests de performance répondant à ces critères est le PVT (Psychomotor Vigilance Task)⁷. Dans sa version la plus utilisée, le PVT s'étend sur une durée de 10 minutes et peut être conduit à l'aide d'un appareil à main. Cependant, certaines études récentes⁸ et de vastes études actuellement en cours dans le domaine de l'aviation utilisent plutôt la version 5 minutes du PVT, programmée sur un assistant personnel (PDA).

La Figure A-6 indique les temps moyens de réaction au test PVT pour les mêmes membres d'équipage sur les mêmes vols ULR que les Figures A-3 et A-5. Dans cette étude, la version 10 minutes du PVT a été appliquée aux moments suivants :

- test 1 — près du sommet de la montée ;
- test 2 — au début de la seconde période de repos en vol ;
- test 3 — à l'approche du point de descente ;
- test 4 — après le vol, avant de quitter l'appareil.

Avantages et inconvénients du test PVT

Le PVT exige une attention constante du membre d'équipage pendant toute la durée du test. Dans l'étude de la Figure A-6, les membres d'équipage étaient hors de la boucle de commande opérationnelle pendant un total de 30 minutes par vol. Cela représente évidemment une contrainte importante pour un équipage normal non renforcé.

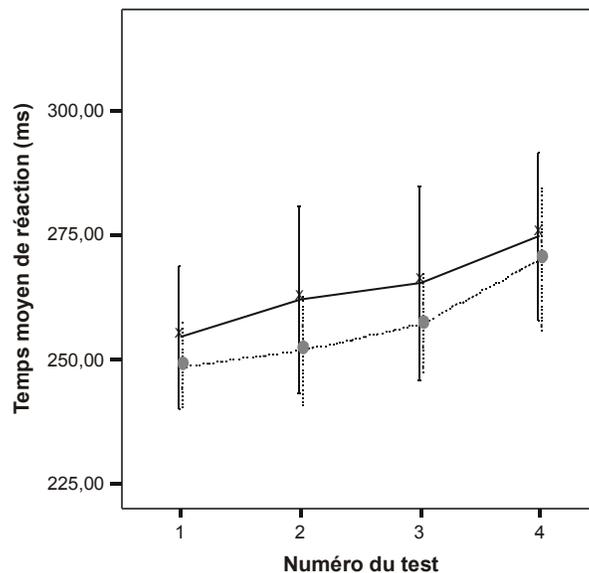


Figure A-6. Temps moyen de réaction pour une tâche PVT sur des vols Singapour-Los Angeles
Courbe pleine : données pour l'équipage aux commandes
Courbe en pointillé : données pour l'équipage de relève

- Dinges, D.F., et Powell, J.P., « Microcomputer analysis of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations », *Behavior Research Methods, Instruments, and Computing*, 1985, vol. 17, p. 652 à 655.
- Balkin, T.J., Bliese, P.D., Belenky, et al., « Comparative utility of instruments for monitoring sleepiness-related performance decrements in the operational environment », *Journal of Sleep Research*, septembre 2004, vol. 13(3), p. 219 à 227.
- Lamond, N., Petrelli, R., Dawson, D., Roach, G.D., *The impact of layover length on the fatigue and recovery of long-haul flight crew*. Proceedings of the Fatigue in Transportation Conference (Session 13c), Seattle, 11-25 septembre 2005. US Department of Transport.

Dans l'étude de la Figure A-6, les membres d'équipage devaient se soumettre à des tests PVT dans le poste de pilotage et en certaines occasions, leur attention était distraite par des événements opérationnels. L'augmentation de la variabilité des performances au test PVT au sein du groupe rendait plus difficile la recherche des variations statistiquement significatives de la performance PVT sur l'ensemble du vol. Seul le test après le vol (test 4) de la Figure A-6 présente une différence significative par rapport aux autres.

Le PVT ignore des aptitudes importantes, comme la conscience de la situation et le processus de décision. D'autre part, des tests plus complexes mesurant ces genres d'aptitudes nécessitent généralement de nombreuses tentatives pratiques avant d'être considérés comme pleinement maîtrisés et prêts à être utilisés pour mesurer les changements introduits par la fatigue. Le PVT ne nécessite pas ce genre d'expérimentation, sauf pour s'assurer que les membres d'équipage savent comment faire fonctionner les appareils de test.

A-2.3 Surveillance du sommeil

Le manque de sommeil est un facteur contributif majeur de la fatigue. De plus, les membres d'équipage ont besoin d'un sommeil réparateur pour revenir à leur niveau optimal d'efficacité à l'état éveillé. Pour observer le sommeil pendant les opérations de vol, on peut utiliser un journal de sommeil subjectif et des mesures objectives comme l'actigraphie ou la polysomnographie. Chacune de ces méthodes est décrite en détail ci-après.

Journaux de sommeil

Chaque membre d'équipage doit remplir un journal contenant les informations suivantes pour chaque période de sommeil :

- le lieu où la personne dort (à la maison, en attente à l'hôtel, en vol dans le compartiment de repos de l'équipage ou dans un siège de classe affaires, etc.) ;
- l'heure du coucher et l'heure du lever ;
- la durée subjective du sommeil ;
- la qualité subjective du sommeil.

Les membres d'équipage peuvent être priés d'évaluer leur état de somnolence et de fatigue avant et après les périodes de sommeil planifiées. Si le sommeil est surveillé au cours des opérations de vol, les membres d'équipage doivent également inscrire leurs heures de service réelles.

Les journaux de sommeil peuvent prendre différentes formes et sont souvent adaptés pour contenir des informations spécifiques pour une étude donnée (p. ex. des rappels sur la manière d'effectuer des tests de performance ou des échelles d'appréciation de la charge de travail). Les journaux papier sont encore très courants mais on utilise aussi des versions électroniques (p. ex. programmées sur un PDA). Différentes dispositions peuvent être nécessaires pour les diverses parties d'une étude, par exemple prévol, en cours de vol et durant les périodes d'attente.

La Figure A-7 est un exemple de journal de sommeil en vol conçu pour étudier les équipages des vols ULR bénéficiant de plusieurs périodes de repos en vol (reproduit avec l'aimable autorisation du Sleep/Wake Research Centre). Cet exemple utilise les évaluations de somnolence Karolinska et les évaluations Samn-Perelli avant et après chaque période de sommeil, ainsi qu'une échelle d'évaluation de la qualité du sommeil, également pour chaque période.

Avantages et inconvénients des journaux de sommeil

Les journaux de sommeil sont économiques comparés à d'autres formes de surveillance du sommeil. Cependant, l'information qu'ils contiennent doit être manuellement saisie dans des bases de données, ce qui introduit un délai lorsqu'on attend la réponse à une question opérationnelle urgente ; de plus, l'analyse des journaux représente également des frais.

In Flight

Date: // 0000 0200 0400 0600 0800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400
(UTC)

Date: // 0000 0200 0400 0600 0800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400
(UTC)

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">REST 1</th></tr> <tr> <td>START</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>END</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleep Quality:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total duration of sleep (including awake time)</td> <td>hrs</td> <td>mins</td> </tr> </table>	REST 1				START	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9			END	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9				Sleep Quality:				1 1 1 = 5 6 T			Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">REST 2</th></tr> <tr> <td>START</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>END</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleep Quality:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total duration of sleep (including awake time)</td> <td>hrs</td> <td>mins</td> </tr> </table>	REST 2				START	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9			END	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9				Sleep Quality:				1 1 1 = 5 6 T			Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">REST 3</th></tr> <tr> <td>START</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>END</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleep Quality:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total duration of sleep (including awake time)</td> <td>hrs</td> <td>mins</td> </tr> </table>	REST 3				START	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9			END	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9				Sleep Quality:				1 1 1 = 5 6 T			Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins	
REST 1																																																																																																																																																																											
START	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
END	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
	Sleep Quality:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins																																																																																																																																																																								
REST 2																																																																																																																																																																											
START	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
END	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
	Sleep Quality:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins																																																																																																																																																																								
REST 3																																																																																																																																																																											
START	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
END	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
	Sleep Quality:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">REST 4</th></tr> <tr> <td>START</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>END</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleep Quality:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total duration of sleep (including awake time)</td> <td>hrs</td> <td>mins</td> </tr> </table>	REST 4				START	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9			END	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9				Sleep Quality:				1 1 1 = 5 6 T			Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">REST 5</th></tr> <tr> <td>START</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>END</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleep Quality:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total duration of sleep (including awake time)</td> <td>hrs</td> <td>mins</td> </tr> </table>	REST 5				START	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9			END	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9				Sleep Quality:				1 1 1 = 5 6 T			Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">REST 6</th></tr> <tr> <td>START</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>END</td> <td>PDV assessment</td> <td>Algo. used</td> <td>End time</td> </tr> <tr> <td>(Time) (UTC)</td> <td>Resting time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>hrs. min.</td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleeping time:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T E 9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sleep Quality:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 1 1 = 5 6 T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total duration of sleep (including awake time)</td> <td>hrs</td> <td>mins</td> </tr> </table>	REST 6				START	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9			END	PDV assessment	Algo. used	End time	(Time) (UTC)	Resting time:			hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T				Sleeping time:				1 1 1 = 5 6 T E 9				Sleep Quality:				1 1 1 = 5 6 T			Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins	<p>Resting rating:</p> <p>1 = Fully alert, wide awake 2 = Very lively, responsive, business peak 3 = Okay, somewhat refreshed 4 = A little tired, less than fresh 5 = Somewhat tired, less than dawn 6 = Extremely tired, very difficult to concentrate 7 = Completely exhausted, unable to function</p> <p>Sleep Quality:</p> <p>1 = extremely good 2 = extremely poor</p> <p>Sleeping rating:</p> <p>1 = extremely alert 2 = Tired 3 = Somewhat sleepy/alert 4 = Tired; hard difficulty remaining awake 5 = Somewhat sleepy, fighting sleep</p> <p>ID <input type="text"/></p>
REST 4																																																																																																																																																																											
START	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
END	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
	Sleep Quality:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins																																																																																																																																																																								
REST 5																																																																																																																																																																											
START	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
END	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
	Sleep Quality:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins																																																																																																																																																																								
REST 6																																																																																																																																																																											
START	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
END	PDV assessment	Algo. used	End time																																																																																																																																																																								
(Time) (UTC)	Resting time:																																																																																																																																																																										
hrs. min.	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
	Sleeping time:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T E 9																																																																																																																																																																										
	Sleep Quality:																																																																																																																																																																										
	1 1 1 = 5 6 T																																																																																																																																																																										
Total duration of sleep (including awake time)		hrs	mins																																																																																																																																																																								

Figure A-7. Exemple de journal de sommeil en vol pour les opérations ULR

Les journaux de sommeil sont notoirement moins fiables que la surveillance objective. Une étude a comparé les journaux de sommeil et des mesures de sommeil objectives pour 21 membres d'équipage de B-777 lorsqu'ils étaient en attente à l'hôtel et en vol⁹. Pour le sommeil en vol :

- les durées moyennes de sommeil enregistrées dans les journaux étaient similaires à celles fournies par la polysomnographie (considérée comme l'arme absolue pour la mesure du sommeil) ; cependant,
- la variabilité entre les individus était élevée. Certains membres d'équipage avait tendance à surestimer la durée de leur somme, d'autres à la sous-estimer ; et
- les estimations des membres d'équipage sur leur temps d'endormissement et leur évaluation de la qualité du sommeil ne suivaient pas d'une manière fiable les mesures de la polysomnographie.

Ainsi, les journaux seuls peuvent être utiles pour mesurer la durée de sommeil de certains groupes, mais *ne peuvent pas être considérés comme des estimations précises de la durée du sommeil d'un individu en particulier*. De plus, les journaux ne sont généralement pas considérés comme fiables pour les mesures de la qualité du sommeil. (Toutefois, certaines recherches très récentes suggèrent que la qualité du sommeil rapportée peut être liée à des changements dans certaines parties du cerveau qui ne sont pas détectés par la polysomnographie, de sorte que l'opinion scientifique sur la valeur de la qualité du sommeil autoévaluée pourrait changer.)

9. Signal, T.L., Gale, J., et Gander, P.H., « Sleep Measurement in Flight Crew: Comparing Actigraphic and Subjective Estimates of Sleep with Polysomnography », *Aviation Space and Environmental Medicine*, 2005, vol. 76(11), p. 1058 à 1063.

En dépit de ces limitations, les journaux de sommeil constituent une méthode relativement économique pour collecter des informations raisonnables sur la durée moyenne du sommeil obtenues par des *groupes* de membres d'équipage. Ils sont également utiles pour aider à interpréter les données de sommeil objectives, comme décrit ci-dessous.

Actigraphie

Un actigraphe est un petit appareil porté au poignet qui contient un accéléromètre mesurant les mouvements et un microcircuit de mémoire enregistrant des « signaux d'activité » à intervalle régulier (p. ex. une fois par minute). Selon la capacité de mémoire disponible, ces appareils peuvent être portés pendant des semaines ou des mois avant que les données soient télé-chargées dans un ordinateur pour être analysées. La Figure A-8 montre un actigraphe de style relativement ancien.

Il existe plusieurs fabricants d'actigraphes, et chaque type comporte un logiciel spécial qui analyse les mouvements enregistrés et décide (sur la base d'un algorithme validé) si la personne est endormie ou éveillée au cours de chaque intervalle (p. ex. une minute). Certains appareils utilisent des capteurs lumineux et d'autres comportent une montre intégrée évitant ainsi d'avoir à porter une montre-bracelet pour avoir l'heure.

La Figure A-9 représente l'enregistrement d'un actigraphe porté par un membre d'équipage, avant, pendant et après un vol ULR Singapour-Los Angeles-Singapour. Chaque trait vertical gris correspond à une heure et la largeur du graphique représente une période de 24 heures (de minuit à minuit). Les jours de la semaine sont indiqués sur l'axe vertical gauche. Les traits noirs verticaux représentent le niveau d'activité au cours de chaque minute de l'enregistrement (la hauteur des traits représente l'intensité des mouvements). Les périodes au cours desquelles les mouvements sont très faibles (traits noirs courts et espacés) correspondent aux périodes de sommeil du membre d'équipage.

Dans cet exemple, le premier jeudi, la personne était membre d'un équipage de relève pour le segment SIN-LAX, au cours duquel elle a eu trois occasions de se reposer en vol (respectivement 1 h 30 min, 4 h et 2 h), bien que (selon le journal qu'elle a rempli) elle ne se soit rendue dans le poste de repos de l'équipage qu'au cours de la seconde période. L'algorithme de l'actigraphe a calculé que la personne avait bénéficié de 2 h 55 min de sommeil au cours de la deuxième période de repos et de 1 h 12 min de sommeil au cours de la troisième période, dans la cabine des passagers. Selon son journal de sommeil, la personne précise aussi qu'elle a mis 44 minutes à essayer de dormir au cours de sa première période de repos, mais l'algorithme ne pouvait pas fournir (à l'époque) une évaluation pour une période aussi courte.

Le dimanche suivant, le sujet faisait partie de l'équipage aux commandes sur le segment LAX-SIN et a bénéficié de deux occasions de repos en vol (3 h 15 min et 5 h), les deux dans le poste de repos de l'équipage. Selon l'enregistrement de l'actigraphe, la personne a bénéficié de 2 h 14 min de sommeil au cours de la première période, et de 4 h 3 min de sommeil au cours de la seconde période.

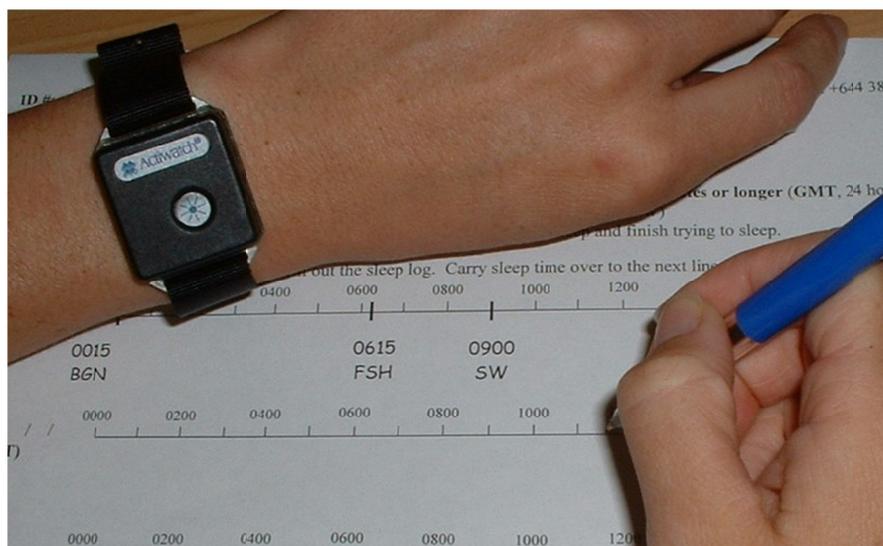


Figure A-8. Exemple d'actigraphe

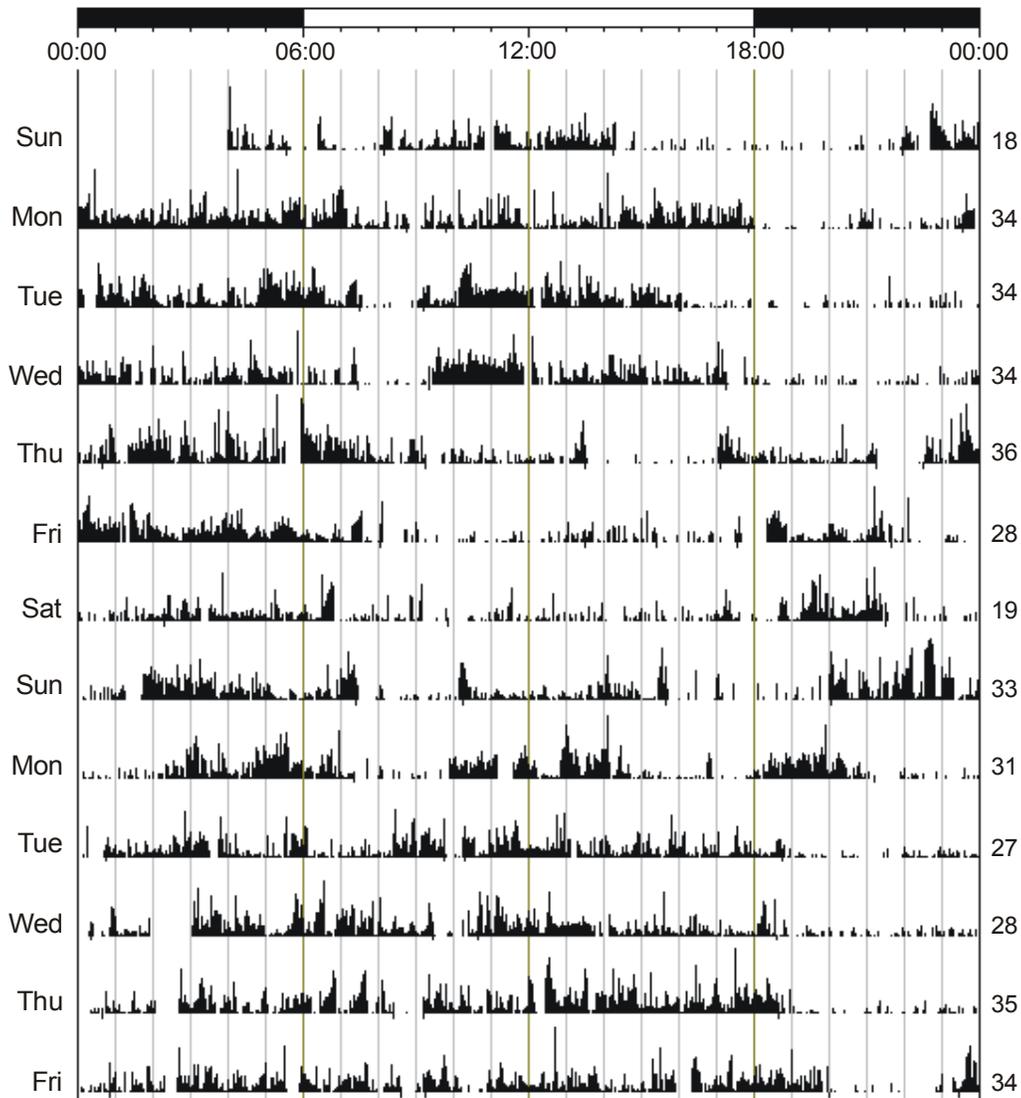


Figure A-9. Enregistrement actigraphique d'un membre d'équipage avant, pendant et après un vol aller et retour ULR Singapour-Los Angeles-Singapour

Avantages et inconvénients de l'actigraphie

Comme la Figure A-9 le montre, l'actigraphie est très utile pour fournir des mesures objectives de l'alternance sommeil-éveil des membres d'équipage sur des périodes de plusieurs jours. C'est actuellement la méthode la plus pratique et la plus fiable pour déterminer si les membres d'équipage accumulent un déficit de sommeil en ligne, comparé à la quantité de sommeil obtenue en moyenne lorsqu'ils ne sont pas de service. L'actigraphie peut aussi fournir de l'information utile sur le sommeil réparateur au cours d'un voyage.

Un actigraphe est petit et peu gênant à porter au poignet, et l'actigraphie est économique comparée à la polysomnographie. La principale limitation de l'actigraphie découle du fait qu'elle mesure l'activité (et non le sommeil), ce qui rend difficile de distinguer une personne endormie d'une personne éveillée qui ne bouge pas.

L'étude précédemment décrite⁹ a également comparé les résultats de l'actigraphie et de la polysomnographie pour les périodes de sommeil des 21 membres d'équipage de B-777. Pour le sommeil à l'hôtel et le sommeil dans les couchettes :

- les durées moyennes de sommeil calculées par l'actigraphie étaient proches de celles enregistrées par la polysomnographie ; cependant,
- pour les membres d'équipage individuels, l'actigraphie pouvait surestimer ou sous-estimer de plus d'une heure la durée du sommeil enregistrée par la polysomnographie. Cette imprécision est particulièrement problématique pour les périodes de sommeil en vol, qui tendent à être de courte durée ; et
- la comparaison minute par minute de l'actigraphie et de la polysomnographie a permis à l'étude de conclure que les estimations du temps d'endormissement et des réveils au cours d'une période de sommeil (qualité du sommeil) faites à partir des enregistrements actigraphiques n'étaient pas fiables comparées aux mesures par la polysomnographie.

Un aspect positif est que l'étude a démontré que l'actigraphie n'était pas sensiblement perturbée par des facteurs aéronautiques, comme la turbulence ou les mouvements de l'avion, et qu'elle fournissait des estimations fiables de *la durée moyenne de sommeil d'un groupe de membres d'équipage, aussi bien en vol qu'au sol*.

À l'heure actuelle, les actigraphes sont relativement coûteux, bien que les fabricants travaillent sur une nouvelle génération qui devrait déboucher sur des appareils plus économiques. Tous les actigraphes du marché n'ont pas été validés (par comparaison des résultats de leurs algorithmes d'estimation de la quantité et de la qualité du sommeil avec les résultats de la polysomnographie), et pour certains, la robustesse et la fiabilité au cours des opérations de vol restent à démontrer (la durée de la pile est aussi un problème dans certains cas).

Pour le moment, la norme acceptée pour l'analyse des enregistrements actigraphiques est d'utiliser le journal de sommeil pour déterminer les périodes pendant lesquelles le membre d'équipage essayait de dormir (au lieu d'être simplement assis immobile, ou de ne pas porter l'actigraphe). Les segments de l'enregistrement au cours desquels la personne tentait de dormir sont ensuite analysés pour déterminer la durée et la qualité du sommeil. Ce type d'analyse ne peut se faire que par un technicien habitué à travailler manuellement sur les enregistrements d'actigraphe, ce qui est long et relativement coûteux. Plusieurs fabricants et des groupes de recherche étudient des manières d'éviter ce traitement manuel, ce qui rendrait l'actigraphie beaucoup plus économique et plus rapide à analyser. Cependant, la fiabilité de ces nouvelles approches pour estimer la quantité et la qualité du sommeil (par comparaison avec la polysomnographie) reste à démontrer.

Certains exploitants peuvent décider de se doter d'une capacité interne de collecte et d'analyse de l'actigraphie. Dans le cadre des processus FRMS d'assurance sécurité, un groupe de conseillers scientifiques externes pourrait être réuni périodiquement pour examiner les analyses actigraphiques et les décisions résultant du GAFS.

Polysomnographie

La polysomnographie est l'arme absolue reconnue pour l'observation du sommeil et constitue actuellement la seule méthode fournissant des informations fiables sur la structure interne et la qualité du sommeil. Cette méthode consiste à placer des électrodes amovibles sur le cuir chevelu et le visage, et à les relier à un appareil d'enregistrement. Cet appareil mesure trois types différents d'activité électrique : 1) les ondes cérébrales (électroencéphalogramme ou EEG), 2) les mouvements oculaires (électrooculogramme ou EOG) et 3) la tonicité musculaire (électromyogramme ou EMG).

En plus de l'observation du sommeil, la polysomnographie peut être utilisée pour observer la vigilance en éveil, d'après des fréquences dominantes des ondes cérébrales, et des diagrammes des mouvements involontaires de roulement des yeux qui accompagnent l'endormissement. La Figure A-10 montre un membre d'équipage à son poste portant des électrodes de polysomnographie que la chercheuse relie à un appareil d'enregistrement portatif.



Figure A-10. Enregistrement polysomnographique en vol

La Figure A-11 illustre l'analyse d'un enregistrement polysomnographique relevé au cours de la première période de sommeil sur le vol SIN-LAX pour le même membre d'équipage dont l'enregistrement actigraphique est illustré à la Figure A-9 (heures UTC). La Figure A-11 est un graphique créé par un technicien formé à l'analyse du sommeil qui a examiné l'ensemble de l'enregistrement polysomnographique et qui, en appliquant un ensemble de règles acceptées au plan international, a décidé pour chaque intervalle de 30 secondes si le membre d'équipage était éveillé, ou dans quel type de sommeil il a passé la majeure partie de ces 30 secondes. La Figure A-11 montre que le membre d'équipage a mis 13 minutes pour s'endormir et a passé au total 17,5 minutes en sommeil lent (S1 et S2). Cependant, il s'est réveillé six fois au cours de la période de sommeil et n'a pas connu de sommeil lent profond (S3 et S4) ni de sommeil paradoxal (REM).

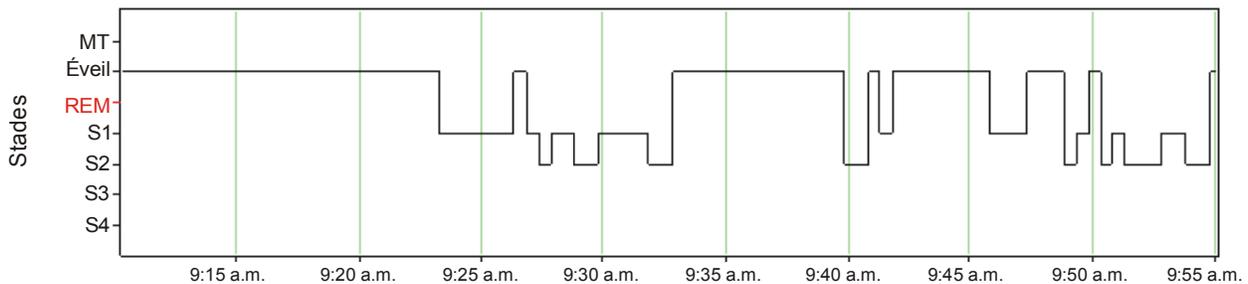


Figure A-11. Enregistrement polysomnographique de la première période de repos au cours du vol SIN-LAX (même membre d'équipage que pour la Figure A-9)

au cours de la validation opérationnelle de la route SIN-LAX. Les données des Figures A-3, A-5, A-6, A-9, A-11 et A-12 proviennent de cette étude de validation et ont été utilisées avec l'autorisation de l'Autorité de l'aviation civile de Singapour (D^r Jarnail Singh). Elles ont été fournies par le Sleep/Wake Research Centre de l'Université Massey, en Nouvelle-Zélande.

A-2.4 Surveillance du cycle de l'horloge biologique circadienne

Le cycle de l'horloge biologique circadienne est un facteur contributif clé de la fatigue des membres d'équipage, mais il est difficile de le surveiller au cours des opérations de vol. *En laboratoire*, le cycle circadien est généralement surveillé d'après les deux rythmes biologiques qu'il pilote :

1. le rythme quotidien de variation de la température corporelle interne ;
2. le rythme quotidien des niveaux de mélatonine, une hormone sécrétée par la glande pinéale la nuit. Les niveaux de mélatonine peuvent être mesurés à partir d'échantillons de sang, de salive ou d'urine recueillis à intervalles réguliers.

Au cours des années 1980, plusieurs équipes de recherche ont travaillé sur l'horloge biologique circadienne des membres d'équipage en mesurant le rythme de variation de la température corporelle interne. La Figure A-13 indique les instants où la température atteint son minimum quotidien pour un membre d'équipage d'un B-747 participant à une série de vols sur une rotation long-courrier de huit jours¹⁰.

Pour le membre d'équipage, à son domicile de SFO, avant d'entreprendre la rotation, la température minimum (triangle inversé) survenait environ cinq heures après le début de la période de sommeil (barre noire horizontale). Au cours du voyage, il a effectué plusieurs vols vers l'ouest avec retour vers l'est en traversant des fuseaux horaires multiples, avec un arrêt de 24 heures à chaque endroit. Le minimum de température circadienne n'a pas pu s'adapter à un horaire aussi perturbateur (le décalage n'a pas dépassé deux heures d'un jour à l'autre). Pendant toute la période considérée, le minimum de température a été retardé progressivement et au moment du retour à SFO, à la fin de la rotation considérée, le décalage était d'environ six heures plus tard. On peut donc dire qu'au moment de revenir chez lui, le membre d'équipage avait une horloge circadienne décalée de six heures par rapport à son fuseau horaire d'origine, et il lui a fallu plusieurs jours pour se réadapter.

Un autre point intéressant de cet enregistrement est que le minimum de température (correspondant au maximum du besoin physiologique de sommeil) se produisait parfois en vol, notamment entre NRT et HKG. C'est à ce moment que le risque de s'endormir involontairement aux commandes est le plus grand. Par contre, ce moment est idéal pour prendre une période de repos (ce qui n'était pas prévu pour cette opération) et récupérer du sommeil en vol.

La Figure A-13 montre clairement des renseignements importants pouvant être reliés au sommeil, à la fatigue, à l'humeur et à l'efficacité du membre d'équipage. Cependant, ce type de surveillance remonte à plusieurs décennies et n'a pas été renouvelé, principalement à cause des coûts et de la logistique nécessaires pour suivre les rythmes circadiens au cours des opérations de vol.

Des recherches sont en cours pour établir des méthodes plus solides et moins intrusives de surveillance continue des rythmes circadiens en dehors des laboratoires, telles qu'une nouvelle génération de « pilules thermométriques » qui sont avalées et transmettent des mesures de température en cheminant dans le système digestif. Cependant, la température corporelle dépend également de l'activité physique et il est complexe de distinguer à travers cet « effet de masque » la composante du rythme de température due à l'horloge circadienne (pour la Figure A-13, ce traitement a été fait par un algorithme mathématique).

10. Gander, P.H., Gregory, K.B., Miller, D.L., Rosekind, M.R., Connell, L.J., et Graeber, R.C., « Flight crew fatigue V: long-haul air transport operations », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 1998, vol. 69, p. B37 à B48.

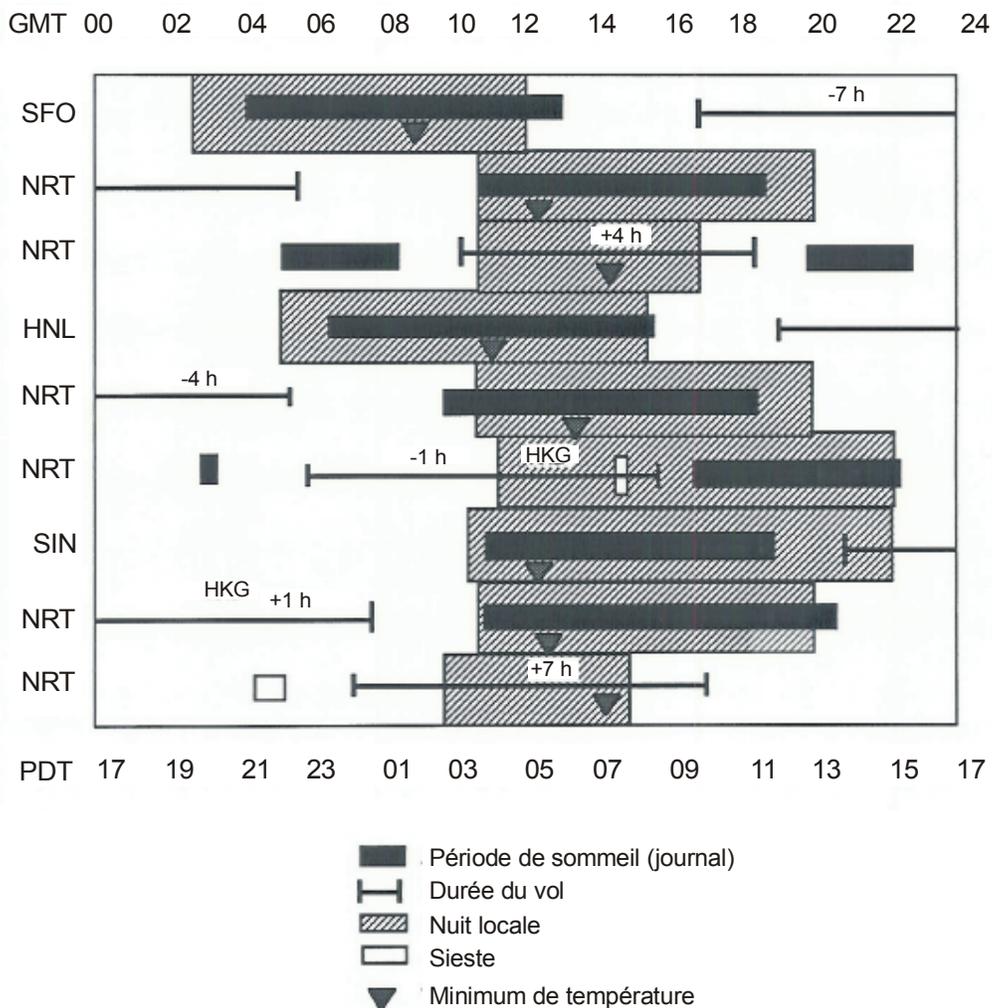


Figure A-13. Périodes de sommeil (d'après le journal) et points bas de la température circadienne

Le second rythme couramment observé en laboratoire pour faire le suivi de l'horloge circadienne est le niveau de l'hormone mélatonine. La mélatonine peut être mesurée dans le sang ou dans la salive par des prélèvements à intervalles réguliers et ses métabolites peuvent être mesurés dans des échantillons d'urine. Ce genre de suivi présente des difficultés évidentes pour la collecte et la conservation au froid des échantillons de liquide corporel au cours des opérations de vol. Un autre facteur de complexité est que la synthèse de la mélatonine est bloquée par une lumière intense. Ainsi, si un membre d'équipage est exposé à la lumière du jour pendant sa « nuit biologique » (p. ex. pendant quelques heures de part et d'autre du minimum de température de la Figure A-13), la sécrétion de mélatonine est interrompue. Il n'est donc pas possible de faire le suivi du cycle circadien normal sur une rotation comme celle de la Figure A-13. De plus, l'analyse des niveaux d'hormones dans les liquides biologiques est un travail hautement spécialisé qui doit être fait par un laboratoire qualifié.

Avantages et inconvénients de la surveillance du cycle de l'horloge biologique circadienne d'un membre d'équipage au cours d'une rotation long-courrier

Il est remarquable de constater le peu d'informations disponibles à propos des effets des opérations de vol de tous types sur l'horloge circadienne. Les données qui ont été recueillies font ressortir des variations considérables entre les individus effectuant les mêmes rotations. De meilleures informations dans ce domaine permettraient d'améliorer les prévisions des modèles biomathématiques utilisés pour détecter les dangers liés à la fatigue et pourraient servir de base à l'élaboration de

stratégies personnelles d'atténuation pour les membres d'équipage qui ont un type matinal et ceux qui ont un type vespéral. Plusieurs groupes de recherche travaillent activement à élaborer de nouvelles technologies de surveillance du cycle de l'horloge circadienne, mais à l'heure actuelle, aucune n'a été validée et leur robustesse et leur caractère pratique restent à démontrer pour les opérations de vol.

A-3. Évaluation de l'incidence de la fatigue dans les événements de sécurité

Il n'existe pas de formule simple pour évaluer l'incidence de la fatigue d'un membre d'équipage sur un événement de sécurité. Pour les besoins du FRMS, le but est d'identifier comment les effets de la fatigue pourraient être atténués, afin d'éviter la répétition d'un événement similaire. L'information de base peut être trouvée dans tous les rapports de fatigue et dans les événements de sécurité, en poussant les analyses plus loin dans les cas où la fatigue a probablement joué un rôle important ou a contribué à aggraver les conséquences.

Pour établir si la fatigue a été un facteur contributif dans un événement, il faut démontrer :

- que la personne ou l'équipage souffrait d'un état de fatigue ;
- que la personne ou l'équipage a pris des mesures ou des décisions particulières qui ont joué un rôle dans l'enchaînement accidentel ;
- si les actions ou les décisions prises sont conformes à un type de comportement que l'on peut attendre d'une personne ou d'un équipage souffrant de fatigue.

En 1997, le Bureau de la sécurité des transports du Canada a publié des lignes directrices sur l'analyse de la fatigue. Ce guide suggère quatre questions initiales permettant de déterminer si la fatigue a pu être un facteur contributif à l'événement¹¹.

1. À quelle heure du jour l'événement s'est-il produit ?
2. Le rythme circadien normal du membre d'équipage était-il perturbé ?
3. Depuis combien d'heures le membre d'équipage était-il éveillé au moment de l'événement ?
4. L'historique du sommeil sur une période de 72 heures suggère-t-il un déficit de sommeil ?

Si la réponse à l'une de ces questions suggère un problème, il convient d'enquêter en profondeur sur l'aspect fatigue. À cette fin, les deux listes de vérifications suivantes sont suggérées (adaptées du guide du Bureau de la sécurité des transports du Canada).

La **liste de vérifications 1** est conçue pour établir si la personne ou l'équipage souffrait d'un état de fatigue, en se basant sur une série de questions simples ou à développement portant sur les aspects clés de la fatigue. La réponse à chaque question est comparée à une réponse idéale pour établir une image globale du danger de fatigue. Tout écart par rapport à la réponse idéale est l'indice d'un risque de fatigue accru.

La **liste de vérifications 2** est conçue pour établir si des actions ou des décisions mettant en cause la sécurité correspondaient à un type de comportement attendu d'une personne ou d'un équipage souffrant de fatigue.

11. *Guide d'enquête sur la fatigue*, Bureau de la sécurité des transports du Canada, 1997, Gatineau, Québec.

Liste de vérifications 1. Établir l'état de fatigue

QUESTIONS	RÉPONSES IDÉALES	NOTES DE L'ENQUÊTEUR
QUANTITÉ DE SOMMEIL <i>(Établir s'il y a eu ou non un déficit de sommeil)</i>		
Quelle a été la durée de votre dernière période continue de sommeil ?	7,5 à 8,5 heures	
Heure de début ?	Rythme circadien normal, fin de soirée	
Heure de réveil ?	Rythme circadien normal, début de matinée	
Votre sommeil a-t-il été interrompu (combien de temps) ?	Non	
Avez-vous fait des siestes depuis votre dernier sommeil continu ?	Oui	
Durée de ces siestes ?	Le sujet a eu l'occasion de faire une sieste de récupération (1,5-2 h) ou stratégique (20 min) avant d'entreprendre une vacation tardive	
Décrivez votre régime de sommeil au cours des 72 dernières heures. (Appliquez le système de crédit de sommeil.)	Deux crédits par heure de sommeil, perte d'un crédit pour chaque heure de réveil — la valeur résultante doit être positive	
QUALITÉ DU SOMMEIL <i>(Établir si le sommeil a permis une bonne récupération)</i>		
Comment la période de sommeil se situait-elle par rapport au cycle normal de l'individu (heure de début et de fin) ?	Rythme circadien normal, fin de soirée/tôt le matin	
Perturbations du sommeil ?	Aucune interruption	
Environnement de sommeil ?	Bon environnement (ambiance tranquille, température confortable, air frais, lit indépendant, obscurité)	
Pathologies du sommeil (anomalies)	Aucune	
HISTORIQUE DE TRAVAIL <i>(Établir si les heures de travail et la nature de la fonction ou des activités de l'individu ont eu un effet sur la quantité et la qualité du sommeil)</i>		
Heures de service ou de réserve avant l'événement ?	Selon la situation — les heures de service ou de réserve ainsi que le type de fonction doivent assurer un niveau de vigilance adapté à la tâche	

QUESTIONS	RÉPONSES IDÉALES	NOTES DE L'ENQUÊTEUR
Historique de travail au cours de la semaine précédente ?	Nombre d'heures de service ou de réserve et type de fonction n'entraînant pas une fatigue cumulative	
HORAIRES IRRÉGULIERS <i>(Établir si la programmation a pu avoir un effet sur la quantité et la qualité du sommeil)</i>		
Le membre d'équipage travaillait-il en poste à des heures généralement réservées au sommeil ?	Non (les horloges circadiennes et le rythme éveil/sommeil des travailleurs postés ne s'adaptent jamais tout à fait)	
Si oui, s'agissait-il d'un horaire posté permanent ?	Oui — jours	
Sinon, s'agissait-il d'un horaire posté par rotation (plutôt qu'un horaire irrégulier) ?	Oui — rotation dans le sens de l'horloge, lente (un jour pour chaque heure de retard), postes de nuit plus courts et en fin de cycle	
Comment les heures supplémentaires ou les doubles périodes de travail sont-elles prévues ?	À programmer quand les membres d'équipage sont dans la partie la plus alerte du cycle de leur horloge circadienne (fin de matinée, milieu de soirée)	
Programmation des tâches critiques pour la sécurité ?	À programmer quand les membres d'équipage sont dans la partie la plus alerte du cycle de leur horloge circadienne (fin de matinée, milieu de soirée)	
Le membre d'équipage a-t-il reçu une formation sur les stratégies personnelles d'atténuation de la fatigue ?	Oui	
DÉCALAGE HORAIRE <i>(Établir l'existence et les effets du décalage horaire sur la quantité et la qualité du sommeil)</i>		
Nombre de fuseaux traversés ?	Un	
Si le vol a traversé plus d'un fuseau, à quelle vitesse les fuseaux ont-ils été franchis ?	Le plus lentement possible	
Direction du vol ?	Vers l'ouest	

**Liste de vérifications 2. Établir le lien entre la fatigue
et des actions/décisions néfastes pour la sécurité**

INDICATEURS DE PERFORMANCE	NOTES DE L'ENQUÊTEUR
Attention	
Élément d'une tâche séquentielle oublié	
Élément d'une tâche séquentielle exécuté dans le désordre	
Préoccupé par des tâches ou des éléments uniques	
Manque de conscience d'une performance insuffisante	
Retour à des habitudes anciennes	
Concentration sur un problème mineur en présence d'un risque de problème majeur	
Manque d'appréciation de la gravité de la situation	
Manque d'anticipation du danger	
Vigilance amoindrie	
Inobservation des signaux d'avertissement	
Mémoire	
Oubli d'une tâche ou d'un élément d'une tâche	
Oubli de la séquence des tâches ou des éléments de tâche	
Souvenir incorrect des événements opérationnels	
Vigilance	
A succombé à un besoin de sommeil irrépessible sous la forme de microsommeil, sieste ou épisode de sommeil prolongé	
Syndrome de comportement « en automate »	
Temps de réaction	
Réaction ralentie à des stimuli normaux, anormaux ou d'urgence	
Absence complète de réaction à des stimuli normaux, anormaux ou d'urgence	
Capacité de résolution de problèmes	
A fait preuve d'une logique viciée	
Difficulté à résoudre des problèmes d'arithmétique ou de géométrie, ou d'autres tâches de traitement cognitif	
Mesure corrective inappropriée	
Interprétation faussée de la situation	
Manque de perception des distances, des vitesses ou du temps	

INDICATEURS DE PERFORMANCE	NOTES DE L'ENQUÊTEUR
Humeur	
Moins communicatif que d'habitude	
A omis d'effectuer des tâches peu exigeantes	
Caractère irritable	
Distract par l'inconfort	
Attitude	
Propension à prendre des risques inutiles	
A ignoré des vérifications ou des procédures normales	
Attitude insouciant	
Effets physiologiques	
Élocution altérée	
Dextérité manuelle réduite — erreurs d'entrée de données, de sélection d'un commutateur, etc.	

Appendice B. Procédures de repos contrôlé au poste de pilotage

Le repos contrôlé au poste de pilotage est une méthode efficace d'atténuation de la fatigue des équipages. Il ne devrait cependant pas être utilisé comme outil de planification. Ce n'est pas un substitut pour un sommeil suffisant avant le vol, ni pour augmenter la capacité normale de l'équipage, mais plutôt une mesure de lutte contre une fatigue inattendue survenant au cours des opérations. Le repos contrôlé est fondé sur quelques principes de base :

- Il doit être considéré comme une mesure de sauvegarde.
- Le Groupe d'action — Fatigue et sécurité doit pouvoir surveiller l'usage du repos contrôlé au poste de pilotage afin de déterminer si les stratégies d'atténuation existantes correspondent aux besoins. Les membres d'équipage sont invités à rapporter les périodes de repos au poste de pilotage.
- Il doit être réservé à des vols de durée suffisante pour ne pas perturber les fonctions opérationnelles de l'équipage.
- Il ne doit être pratiqué que dans les phases du vol où l'activité est la plus faible (p. ex. en croisière).
- Il ne doit pas être utilisé comme une méthode de prolongation des périodes de service de l'équipage.
- Les procédures de repos contrôlé au poste de pilotage doivent être publiées et incluses dans le manuel d'exploitation.

Procédures recommandées pour le repos contrôlé au poste de pilotage

Les procédures recommandées ci-après sont issues d'une enquête auprès des grandes compagnies aériennes. Elles représentent une somme d'expérience considérable dans la plupart des régions du globe et comportent des options reflétant des variations entre les différents types d'exploitation.

Note.— Cette liste n'est pas exhaustive et toutes ces procédures ne sont pas nécessairement applicables. Chaque exploitant doit collaborer avec son organisme de réglementation pour définir les procédures appropriées.

Planification

- Un seul pilote à la fois peut prendre un repos contrôlé sur son siège. Les harnais doivent être ajustés et le siège positionné de façon à minimiser toute action involontaire sur les commandes.
- Les systèmes de pilotage automatique et d'automanette (s'ils existent) doivent être en fonction.
- Toute procédure de routine ou intervention opérationnelle nécessitant normalement une vérification entre les deux pilotes doit être programmée en dehors des périodes de repos contrôlé.
- Le repos contrôlé au poste de pilotage peut être utilisé à la discrétion du commandant de bord pour gérer préventivement des cas de fatigue imprévue et réduire ainsi les risques liés à la fatigue durant des périodes d'activité intensive, plus tard au cours du vol.
- Il doit être clairement établi qui prendra une période de repos et à quel moment. Ce repos peut être interrompu à la discrétion du commandant de bord.
- Si le commandant de bord prend un repos, il doit préciser les conditions dans lesquelles son sommeil doit être interrompu.

- Les transferts de responsabilité et les modalités de réveil doivent être établis.
 - Les équipages ne doivent utiliser les repos contrôlés que s'ils sont familiers avec les procédures publiées.
 - Certains exploitants prévoient un troisième membre d'équipage (pas nécessairement un pilote) pour surveiller le repos au poste de pilotage. Cela peut se faire par un appel de réveil planifié, par une visite programmée à la fin de la période de repos prévue ou par la présence du troisième membre d'équipage dans le poste de pilotage durant la période de repos contrôlé.
 - Une période de repos contrôlé ne doit pas dépasser 40 minutes pour éviter le risque d'inertie du sommeil lors du réveil.
 - Le repos contrôlé doit être pris durant la période de croisière s'étendant du sommet de la montée initiale à 20 minutes du point de descente planifié. Il s'agit également d'éviter le risque d'inertie du sommeil.
 - Une courte période doit être prévue pour la préparation au repos. Elle servira à un briefing opérationnel, à l'achèvement des tâches en cours et aux besoins physiologiques éventuels de chaque membre d'équipage.
 - Au cours du repos contrôlé, le pilote éveillé assume les fonctions de pilote aux commandes et celles de pilote surveillant, ce qui implique d'avoir le contrôle de l'aéronef à tout moment et de maintenir la conscience de la situation. Le pilote éveillé ne peut quitter son siège sous aucun prétexte, y compris pour des besoins physiologiques.
 - Le pilote qui se repose devrait pouvoir utiliser un masque de voyage, un support de cou, des bouchons auditifs, etc.
-

Appendice C. Exemple de formulaire d'évaluation d'un FRMS

À REMPLIR ET À SIGNER PAR LE DIRECTEUR DE LA SÉCURITÉ OU LE CADRE SUPÉRIEUR RESPONSABLE				
Organisation :			Référence d'approbation :	
Signature :			Titre :	
Nom (majuscules) :			Date de signature :	
Révision du Manuel FRMS :				
RÉSERVÉ À L'AUTORITÉ				
Nom de l'employé :				
Signature :			Date de l'évaluation :	
0. QUESTIONS GÉNÉRALES ET MISE EN ŒUVRE DU FRMS				
Portée et application du FRMS				
L'organisation doit définir la portée d'utilisation du FRMS dans ses activités. Pour établir un FRMS, il faut procéder à une analyse des ÉCARTS et à l'établissement d'un plan de mise en œuvre expliquant comment la transition se fera à un système FRMS pleinement fonctionnel et efficace.				
	En place¹	Référence documentée²	Moyen de réalisation³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur⁴
0.1 Dans le cadre du système de gestion, la structure, les activités et la portée des opérations FRMS ont-elles été définies ?				
0.2 Le FRMS correspond-il à la taille, à la nature et à la complexité de l'exploitation, ainsi qu'aux risques et aux dangers associés inhérents à ses activités ?				
0.3 Une analyse des écarts a-t-elle été faite ?				

- Oui (O), non (N) ou partiellement (P).
- Où cet aspect est-il couvert dans la documentation ?
- Donnez des détails explicitant ou justifiant votre réponse à la question.
- Sera rempli par l'Autorité au cours du processus d'évaluation.

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
0.4 Existe-t-il un plan de mise en œuvre du FRMS qui reflète l'analyse des écarts ?				

1. POLITIQUE ET OBJECTIFS DE SÉCURITÉ

1.1 Engagement et responsabilité de la direction

L'organisation devrait se doter d'une politique FRMS conforme aux exigences internationales et nationales, signée par le cadre responsable de l'organisation. Cette politique devrait refléter les engagements de l'organisation à l'égard du risque de fatigue, avec un énoncé clair des ressources humaines et financières allouées à sa mise en œuvre, et devrait être communiquée à tous les niveaux de l'organisation avec un engagement visible de la haute direction. La politique FRMS devrait inclure les procédures de rapports de fatigue et l'engagement de la direction vers l'amélioration continue du FRMS. Elle doit également refléter le partage des responsabilités pour la gestion des risques de fatigue entre tous les acteurs.

La politique FRMS devrait être révisée périodiquement pour assurer qu'elle reste bien adaptée aux besoins de l'organisation et aux opérations auxquelles s'applique le FRMS.

(Si le FRMS est intégré au SGS de l'organisation, l'engagement et les responsabilités de la direction peuvent être inclus dans la politique de sécurité SGS. Dans ce cas, il doit rester possible de démontrer les responsabilités qui concernent spécifiquement la fatigue.)

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
1.1.1 Existe-t-il une politique FRMS exposant clairement les objectifs de sécurité du système, dûment approuvée par le directeur responsable ?				
Ou y a-t-il des références claires à la gestion du risque de fatigue par la politique SGS, dûment approuvée par le directeur responsable ?				
1.1.2 Le personnel clé a-t-il été consulté pour l'élaboration de la politique sur le FRMS ou l'intégration du FRMS dans le SGS ?				
1.1.3 La politique relative au FRMS a-t-elle été efficacement diffusée à tous les niveaux de l'organisation ?				
1.1.4 La haute direction assure-t-elle une promotion continue et démontre-t-elle son engagement à l'égard de l'amélioration continue du FRMS ?				

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
1.1.5 La politique contient-elle un engagement à s'efforcer d'atteindre les plus hauts standards de qualité, à observer toutes les exigences juridiques, les normes et les pratiques optimales, ainsi qu'à fournir les ressources appropriées en tant que principale responsabilité de tous les directeurs ?				
1.1.6 La politique sur le FRMS encourage-t-elle activement les rapports de fatigue ?				
1.1.7 Le système de gestion du FRMS respecte-t-il la politique sur le FRMS ?				
1.1.8 La politique sur le FRMS reflète-t-elle le partage des responsabilités de la gestion de la fatigue avec tous les acteurs ?				
1.1.9 La politique sur le FRMS reflète-t-elle le besoin d'une révision périodique ?				
<p>1.2 Responsabilités</p> <p>L'organisation doit désigner un directeur dirigeant responsable qui, indépendamment de ses autres fonctions, doit assumer la responsabilité ultime, engageant la responsabilité de l'organisation, de la mise en œuvre et du maintien à jour du FRMS. L'organisation doit aussi énoncer les responsabilités à l'égard du risque de fatigue de tous les membres de sa haute direction, indépendamment de leurs autres fonctions, ainsi que des employés concernés, à l'égard de l'application du FRMS. Ces responsabilités, autorités et obligations de rendre compte doivent être documentées et communiquées à tous les niveaux de l'organisation sous la forme d'un document donnant la définition des niveaux d'encadrement ayant autorité pour prendre des décisions à l'égard de la tolérance au risque de fatigue.</p> <p><i>(Si le FRMS est intégré dans le SGS de l'organisation, ces responsabilités peuvent être incluses dans la documentation du SGS. Dans ce cas, il doit rester possible de démontrer les responsabilités qui concernent spécifiquement la fatigue.)</i></p>				
	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
1.2.1 Le directeur responsable a-t-il la pleine responsabilité du FRMS et l'obligation de rendre compte, ainsi que la capacité juridique d'agir au nom de l'organisation ?				

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
1.2.2 Le directeur responsable est-il conscient des rôles et des responsabilités FRMS définis dans la politique sur le FRMS et de la gestion du risque de fatigue dans le contexte de la culture de sécurité de l'organisation ?				
1.2.3 Les responsabilités, autorités et obligations de rendre compte à l'égard du risque de fatigue sont-elles clairement définies à tous les niveaux de l'organisation ?				
1.2.4 Existe-t-il des lignes clairement établies pour les responsabilités de la gestion du risque de fatigue à tous les niveaux de l'organisation ?				
1.2.5 Tout le personnel est-il au courant et familier avec les responsabilités, les autorités et les obligations de rendre compte pour ce qui est de la fatigue ?				

1.3 Désignation du personnel clé pour la sécurité

L'organisation doit désigner un gestionnaire FRMS agissant comme responsable et comme personne-ressource pour la mise en œuvre et le maintien à jour d'un FRMS efficace. Il doit exister un mécanisme bien défini de participation de tout le personnel concerné par l'entremise d'un groupe fonctionnel responsable de la coordination des activités FRMS à tous les niveaux de l'organisation, ce qui doit être défini et documenté. (La référence utilisée dans ce document est le Groupe d'action — Fatigue et sécurité [GAFS].)

(Si le FRMS est intégré au SGS, le gestionnaire FRMS est normalement placé sous les ordres du chef de la sécurité qui se rapporte lui-même directement au directeur responsable. Dans une organisation de petite taille qui opère selon un SGS, il peut ne pas y avoir de GAFS, mais les questions de fatigue peuvent être inscrites à l'ordre du jour des réunions du Groupe d'action de sécurité.)

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
1.3.1 Est-ce qu'un gestionnaire FRMS (ou l'équivalent) a été désigné qui possède les connaissances, les compétences et l'expérience nécessaires définies dans les éléments indicatifs ?				

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
1.3.2 Existe-t-il un lien hiérarchique direct entre le gestionnaire FRMS et le directeur responsable ? (Ou, dans le cas d'une intégration au SGS, entre le gestionnaire FRMS et le chef de la sécurité.)				
1.3.3 Le gestionnaire FRMS assume-t-il les fonctions détaillées dans les éléments indicatifs de l'OACI ?				
1.3.4 Un GAFS ou l'équivalent a-t-il été établi avec les fonctions définies dans les éléments indicatifs ?				
1.3.5 Le Comité surveille-t-il les performances et l'efficacité du FRMS comme décrit en détail dans les éléments indicatifs ?				
1.3.6 La composition et la fréquence des réunions du GAFS sont-elles définies ? Des procès-verbaux sont-ils dressés ?				

1.4 Documentation FRMS

L'organisation doit élaborer et tenir à jour une documentation FRMS décrivant la politique et les objectifs du FRMS, les exigences du FRMS, les processus et procédures FRMS, les responsabilités, autorités et obligations de rendre compte pour les processus et procédures, et les extraits du FRMS. Un manuel FRMS doit être élaboré et tenu à jour pour faire connaître l'approche de la gestion de la sécurité à tous les niveaux de l'organisation. Si le FRMS est intégré au SGS, sa documentation doit être incorporée dans la documentation SGS existante.

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
1.4.1 Le manuel de gestion FRMS contient-il tous les éléments décrits dans les éléments indicatifs ?				
1.4.2 Est-il régulièrement révisé ?				
1.4.3 Existe-t-il un système d'enregistrement des temps de vol, de service et de repos prévus et réels avec indication des dérogations et justification de ces dérogations ?				

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
1.4.4 Existe-t-il un système d'enregistrement et de stockage des extrants FRMS, c.-à-d. journaux des dangers, évaluations des risques, rapports de fatigue, problèmes de sécurité, métriques pour l'établissement des tableaux de service, procès-verbaux du GAFS ?				

2. GESTION DU RISQUE DE FATIGUE

2.1 Identification des dangers

L'organisation doit élaborer et tenir à jour un processus officiel d'identification des dangers liés à la fatigue. Ce processus doit couvrir les enquêtes sur les incidents et accidents en vue d'identifier les dangers potentiels liés à la fatigue. L'identification des dangers liés à la fatigue doit être basée sur une combinaison de méthodes réactives, proactives et prédictives de collecte de données.

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
2.1.1 Existe-t-il un processus pour établir comment les dangers liés à la fatigue sont identifiés, et à partir de quelles sources ?				
2.1.2 Existe-t-il un système confidentiel de rapports de fatigue encourageant le personnel à signaler les problèmes de fatigue ? (Ce système doit faire usage de données proactives et prédictives, en plus de l'information réactive.)				
2.1.3 La personne qui signale le problème et le reste de l'organisation sont-ils informés des suites données aux rapports de fatigue ?				
2.1.4 L'identification des dangers liés à la fatigue est-elle basée sur des systèmes réactifs, proactifs et prédictifs ?				
2.1.5 Les principaux dangers liés à la fatigue ont-ils été identifiés et évalués pour l'organisation et ses activités actuelles ?				

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
2.1.6 Les enquêtes de sécurité faites à tous les niveaux de l'organisation tiennent-elles compte des dangers liés à la fatigue comme des éventuels facteurs causals ?				
2.1.7 Les dangers liés à la fatigue identifiés lors des enquêtes sont-ils analysés et diffusés au reste de l'organisation ?				
2.1.8 Les erreurs, les dangers et les quasi-collisions liés à la fatigue sont-ils rapportés par le personnel ?				

2.2 Processus d'évaluation et d'atténuation des risques de sécurité liés à la fatigue

L'organisation doit élaborer et faire appliquer des procédures officielles d'évaluation des risques destinées à déterminer la probabilité et la gravité potentielle d'événements liés à la fatigue et à identifier les risques qui doivent être atténués. Elle doit également élaborer et faire appliquer des procédures d'atténuation des risques. Le GAFS est souvent chargé de l'évaluation des risques et de l'élaboration des mesures d'atténuation.

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
2.2.1 Existe-t-il un processus d'évaluation des risques associés aux dangers de fatigue identifiés ?				
2.2.2 Y a-t-il un critère (p. ex. matrice de tolérance des risques) permettant d'évaluer le risque et les niveaux de risque que l'organisation est prête à accepter de courir ? Le critère et le processus sont-ils adaptés aux opérations ?				
2.2.3 Les mesures d'atténuation, y compris les calendriers et les responsabilités sont-ils documentés ?				
2.2.4 Y a-t-il un processus clair de sélection des mesures d'atténuation appropriées ?				

3. ASSURANCE DE LA SÉCURITÉ FATIGUE

3.1 Mesures et surveillance de la performance de sécurité fatigue

L'organisation doit élaborer et tenir à jour des moyens de vérification de sa performance de sécurité fatigue et de validation de l'efficacité des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation du risque de fatigue. La performance de sécurité fatigue de l'organisation doit être vérifiée par rapport aux indicateurs et aux objectifs de performance de sécurité fatigue du FRMS.

(Si le FRMS est incorporé dans le SGS, les indicateurs et les objectifs de performance de sécurité fatigue doivent être clairement identifiés.)

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
3.1.1 Les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation des risques de fatigue sont-elles vérifiées et auditées pour confirmer leur efficacité ?				
3.1.2 Les retours d'expérience sont-ils pris en compte dans la politique et les procédures ?				
3.1.3 Les indicateurs de performance de sécurité fatigue ont-ils été définis et promulgués, et sont-ils surveillés et analysés pour déterminer les tendances ?				
3.1.4 Le FRMS est-il audité pour évaluer son efficacité et la manière dont les règlements et les normes sont suivis ? Ces audits sont-ils documentés ?				
3.1.5 Des enquêtes sur la fatigue sont-elles effectuées ?				
3.1.6 Des études sur la fatigue sont-elles effectuées ? (s'il y a lieu)				

3.2 Gestion du changement

L'organisation doit élaborer et tenir à jour un processus officiel d'identification des changements au sein de l'organisation et de ses opérations qui pourraient avoir un effet sur les processus établis à l'égard des risques de fatigue. Ces processus doivent tenir compte de la performance de sécurité fatigue avant d'appliquer les changements, de façon à éliminer ou à modifier les mesures d'atténuation qui ne sont plus nécessaires ou efficaces en raison des modifications de l'environnement opérationnel.

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
3.2.1 Existe-t-il un processus documenté de gestion du changement qui peut identifier de manière proactive les dangers liés à la fatigue et atténuer les risques de fatigue lors des changements organisationnels et opérationnels ?				
3.2.2 La performance de sécurité fatigue est-elle périodiquement examinée après les changements organisationnels ou opérationnels pour s'assurer que les hypothèses restent valides et que les modifications ont atteint leur but ?				

3.3 Amélioration continue du FRMS

L'organisation doit élaborer et tenir à jour un processus officiel d'examen de la performance du FRMS en vue d'assurer une amélioration continue du système et de déterminer les implications d'une sous-performance du FRMS, pour en éliminer ou en atténuer les causes.

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
3.3.1 Y a-t-il un moyen de surveiller la performance globale du FRMS pour permettre l'amélioration continue ?				
3.3.2 Y a-t-il un moyen d'éliminer ou de modifier les mesures de contrôle des risques ayant des conséquences néfastes ou qui ne sont plus nécessaires ?				
3.3.3 Y a-t-il des preuves que le FRMS fait l'objet d'une amélioration continue ?				

4. PROMOTION DU FRMS

4.1 Formation et éducation

L'organisation doit élaborer et tenir à jour un programme de formation à la perception de la fatigue et aux contre-mesures correspondantes assurant que les employés ont été formés et sont compétents au niveau de leurs fonctions dans le FRMS et dans la gestion des risques de fatigue en opérations réelles. Les objectifs de cette formation doivent être adaptés à la participation de chaque individu au FRMS.

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
4.1.1 Tous les employés ont-ils reçu une formation sur le FRMS de l'organisation et leurs rôles et responsabilités dans ce système, y compris le directeur responsable, les cadres supérieurs, les gestionnaires, les superviseurs et le personnel opérationnel ?				
4.1.2 Le programme de formation initial et récurrent convient-il pour les opérations du FRMS de l'organisation ?				
4.1.3 L'efficacité de la formation a-t-elle été mesurée et documentée ?				

4.2 Diffusion de l'information FRMS

L'organisation doit élaborer et tenir à jour un moyen officiel de diffusion de l'information FRMS qui assure que tout le personnel est au courant du système, communique l'information liée à la fatigue et critique pour la sécurité, et peut expliquer pourquoi des mesures particulières sont prises et pourquoi des procédures sont introduites ou modifiées.

	En place ¹	Référence documentée ²	Moyen de réalisation ³	Remarques de l'inspecteur-évaluateur ⁴
4.2.1 La diffusion de l'information FRMS atteint-elle tous les niveaux de personnel de l'organisation ?				
4.2.2 L'information FRMS explique-t-elle clairement les politiques, les procédures et les responsabilités ? Permet-elle de compléter et d'améliorer la culture de sécurité de l'organisation ?				
4.2.3 L'information FRMS est-elle diffusée par des canaux de communication appropriés et son efficacité est-elle surveillée ?				