

ANTHROPOLOGIE APPLIQUEE

45, rue des Saints-Pères 75270 PARIS Cedex 06

MISE EN PLACE D'UNE METHODE D'ETUDE DE LA FATIGUE DES PILOTES DANS LE TRANSPORT AERIEN

PHASE 1

*** * ***

Ce document a été établi au titre de la convention DGAC/SFACT/LAA n° 95001.

*Nous tenons à remercier MM. BARRAL et HELIOT de l'OCV
ainsi que MM. ARONDEL et DOGUET et les Personnels Navigants Techniques d'Air France
pour leur aide et leur participation à cette première phase de la recherche.*

** * **

S O M M A I R E

	Pages
1 - RAPPEL DES OBJECTIFS	1
2 - SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	1
2.1 - Caractérisation des états de fatigue	1
2.1.1 - Définitions	1
2.1.2 - Les indicateurs de la fatigue	2
2.2 - Les manifestations de la fatigue	3
2.2.1 - Les manifestations spécifiques	5
2.2.2 - La fatigue générale	6
2.3 - La fatigue en aéronautique	8
2.3.1 - Principales causes	8
2.3.2 - Les vols long-courriers	10
2.3.3 - Les vols court-courriers	13
2.3.4 - Vols long-courriers et vols court-courriers : même fatigue ?	17
2.4 - Les bases d'un modèle	18
2.4.1 - Modèles fondés sur le niveau d'éveil	18
2.4.1.1 - <i>Modèle neurophysiologique</i>	18
2.4.1.2 - <i>Modèles mathématiques</i>	21
2.4.2.- Modèles fondés sur les paramètres descriptifs des différents vols d'une rotation	23
2.4.3 - Proposition de modèle descriptif de la fatigue	24
3 - APPROCHE ELECTROPHYSIOLOGIQUE DE LA FATIGUE	26
3.1 - Rotations étudiées	26
3.2 - Exploitation des données	28
4 - CAUSES ET CONSEQUENCES DE LA FATIGUE EN AERONAUTIQUE	29
4.1 - Elaboration d'un questionnaire sur la fatigue en aéronautique	29
4.2 - Les incidents et les accidents liés à la fatigue en aéronautique	31
5 - MISE EN PLACE D'UNE METHODE D'ANALYSE DU COMPORTEMENT DES PILOTES LORS DE ROTATIONS FATIGANTES	32
5.1 - Choix de la rotation	32
5.2 - Déroulement de la rotation et évaluations réalisées	32
5.3 - Résultats	33

6 -CONCLUSION ET PROGRAMME DE TRAVAIL POUR LA PHASE II ...	40
6.1 - Exploitation des questionnaires	40
6.2 - Mise en place d'une méthode d'analyse du comportement de l'équipage lors de rotations fatigantes	41
6.2.1 - Observations en vol	41
6.2.2 - Evaluations subjectives	41
6.2.2.1 - <i>Avant le vol</i>	41
6.2.2.2 - <i>Pendant le vol</i>	42
6.2.2.3 - <i>Après le vol</i>	44
6.3 - Approches de laboratoire	44
6.4 - Résultats attendus	46
7 - PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES RÉCENTES DU LAA SUR LE THEME "VIGILANCE, SOMMEIL ET FATIGUE EN AERONAUTIQUE"	47
8 - REFERENCES	50
 A N N E X E S	 57
ANNEXE 1 - QUESTIONNAIRE UTILISE POUR L'ENQUETE SUR LA FATIGUE EN AERONAUTIQUE	58
ANNEXE 2 - QUESTIONNAIRES ET ECHELLES ANALOGIQUES UTILISES LORS DE LA ROTATION PARIS - NAIROBI	71
ANNEXE 3 - NOTE DE PRESENTATION DE LA RECHERCHE DESTINEE AUX ORGANISATIONS SYNDICALES	75
ANNEXE 4 - LIVRETS DE QUESTIONNAIRES POUR L'EVALUATION DE LA FATIGUE AU COURS DES ROTATIONS	78
ANNEXE 4.1 - AVANT DE VOL	80
ANNEXE 4.2 - PENDANT LE VOL	93
ANNEXE 4.3 - APRES LE VOL	98

* * *

1 - RAPPEL DES OBJECTIFS

L'objet de la recherche concerne la mise au point d'une méthode d'étude de la fatigue en aéronautique. La première phase de ce travail, présentée dans ce rapport, a concerné les aspects suivants :

- réaliser un état de la question sur les aspects de fatigue dans le domaine aéronautique,
- élaborer un modèle théorique de fatigue,
- disposer d'un premier ensemble de résultats issus de l'exploitation des données existantes sur des vols long-courriers ainsi que des observations réalisées sur des vols multiples moyen-courriers.

Ce rapport constitue une synthèse des acquis obtenus au cours de ce travail et propose un programme expérimental pour les années suivantes.

2 - SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1 - Caractérisation des états de fatigue -

2.1.1 - Définitions -

Dans la multitude des définitions proposées, la plupart des auteurs s'accordent pour définir la fatigue comme un ensemble de manifestations engendrées par un effort qu'il soit intense ou prolongé, ou bien à la fois intense et prolongé. Ces manifestations s'accompagnent, sur le plan subjectif, d'une sensation particulière et, sur le plan objectif, d'une diminution du rendement en terme de performance.

Cette diminution du rendement peut résulter de deux modalités différentes : parfois un nombre accru d'informations devient nécessaire pour exécuter une même tâche, dans d'autres cas on constate une baisse de l'efficacité de l'opérateur pour une même quantité d'informations traitées. Ces manifestations cessent généralement sous l'effet du repos ou du sommeil. Une telle définition, peut s'appliquer à tous les aspects du fonctionnement de l'opérateur humain, tant sur le plan moteur, sensoriel que cognitif. Elle repose sur trois notions :

- l'effort,
- les manifestations de la fatigue,
- la récupération.

Dans le domaine aéronautique et des transports au sens large, la fatigue se trouve souvent presque uniquement assimilée à un niveau d'éveil faible, comme l'illustrent les communications présentées au récent symposium organisé conjointement par la NASA et le NTSB (1995). En effet, la pratique du travail en horaires décalés qui caractérise ces domaines, induit des privations de sommeil et des perturbations des rythmes circadiens qui se traduisent par des baisses de vigilance favorisant le déclenchement du sommeil. Toutefois, cette approche de la

fatigue dont la cause principale serait représentée par la dette de sommeil ou par le syndrome du décalage horaire, se révèle incomplète. La fatigue peut en effet apparaître chez des opérateurs ne présentant pas au préalable de déficits de sommeil et faisant preuve d'un niveau d'éveil élevé mais soumis à une activité intense. L'activation cérébrale qui va caractériser un tel niveau d'éveil ou de surexcitation peut alors être concomitante d'une dégradation de la performance, se traduire par un trouble de l'attention soutenue et, en fin de journée de travail, par des difficultés d'endormissement.

2.1.2 - Les indicateurs de la fatigue -

Etablir une liste exhaustive des indicateurs de la fatigue comporte les mêmes difficultés que proposer une définition du concept lui-même. On peut néanmoins citer les indicateurs les plus utilisés.

Certains de ces indicateurs apparaissent spécifiques d'une zone fonctionnelle. L'électromyographie (EMG) constitue par exemple un marqueur de la fatigue localisée au niveau des muscles. Toutefois, il est intéressant de remarquer que des signes localisés de même nature peuvent apparaître dans le cas de fatigue générale. Ainsi Bodrov (1988) constate chez des pilotes présentant des symptômes de fatigue générale, une réduction de la force et de l'endurance musculaires alors que ces pilotes n'ont pas été exposés à une charge de travail physique particulière.

La fréquence de fusion de papillotement, ou fréquence critique de fusion, est souvent utilisée pour caractériser un état de fatigue perceptible à la suite d'une tâche visuelle ou intellectuelle (Scherrer, 1967). Un abaissement très net de la fréquence de papillotement apparaît généralement après un effort mental soutenu associé à une tâche complexe.

D'autres indicateurs traduisent davantage une fatigue globale. C'est le cas notamment de l'électrocardiogramme (ECG), de la fréquence respiratoire et de la pression artérielle. De même, certains indicateurs biochimiques sont souvent utilisés comme marqueurs de la fatigue. Lors d'un état d'épuisement, on note par exemple dans le plasma des diminutions du nombre des plaquettes et de la concentration de l'hémoglobine. Par ailleurs, le taux de cortisol présente une augmentation dans les situations de surcharge mentale. Dans les urines, une augmentation des catécholamines et des protéines est généralement constatée. Toutefois tous ces indicateurs demeurent non spécifiques à la fatigue et peuvent refléter également des réactions au stress. Ceci traduit les difficultés qui se posent parfois à distinguer ces deux concepts.

On peut considérer que d'autres indicateurs neurophysiologiques permettent également des mesures indirectes d'états de fatigue. En effet, l'électro-encéphalogramme (EEG), apporte une évaluation objective du niveau d'activation cérébrale et renseigne indirectement sur un niveau de fatigue. La somnolence peut refléter une privation de sommeil, ou un sommeil de mauvaise qualité, qui constituent des symptômes de fatigue souvent évoqués par les pilotes et plus généralement par les personnels affectés à des postes en horaires décalés ou en travail

posté. D'autre part, on peut considérer que la diminution du niveau d'éveil, lorsqu'elle survient de manière incontrôlée au cours de l'activité, constitue un état contre lequel le sujet est amené à lutter, à fournir un effort. Cette "auto-activation" peut constituer une source de fatigue supplémentaire.

Dans le concept de fatigue, la notion d'effort occupant une position essentielle, son évaluation peut constituer une approche complémentaire. Trois types de méthodes d'évaluation de l'effort mental peuvent être distingués :

- des évaluations subjectives du type Task Load index (TLX) qui prend en compte 6 dimensions de la charge de travail : l'exigence mentale, l'exigence physique, la pression temporelle, la performance, l'effort et le niveau de frustration. Cette échelle paraît particulièrement adaptée au domaine aéronautique (Eggemeir et Wilson, 1991),
- des indicateurs physiologiques du type potentiels évoqués, activité respiratoire, fréquence cardiaque. Le plus utilisé reste la variabilité cardiaque ou arythmie cardiaque. Vicente et coll. (1987) ont notamment montré que les variations de puissance dans la bande de fréquence 0,06 Hz - 0,14 Hz reflètent la quantité d'effort fourni dans une tâche,
- des méthodes de double tâche qui consistent à saturer la capacité de travail de l'opérateur par une tâche ajoutée. La dégradation des performances dans cette dernière reflète l'intensité de l'effort investi par le sujet dans la tâche principale (Spérando, 1984).

Les composantes subjectives de la fatigue sont quant à elles évaluées par l'intermédiaire de questionnaires ou d'échelles analogiques. Le principe de ces échelles consiste à demander au sujet d'évaluer sa sensation de fatigue en inscrivant une marque sur une ligne horizontale séparant deux adjectifs opposés, par exemple : fatigué-reposé.

Par ailleurs, la dimension affective de l'opérateur doit être prise en considération. Il existe divers outils permettant d'apprécier cette composante, notamment au travers de questionnaires biographiques tels que ceux développés par Halmes et Rahe (1967) ou plus récemment par Crocq (1993). Ces échelles dites "d'événements de vie" permettent d'appréhender la composante affective, souvent évoquée comme élément contribuant à accroître les manifestations de la fatigue.

2.2 - Les manifestations de la fatigue -

En dépit des aspects encore mal connus de la fatigue, certaines manifestations sur les plans physiologique et psychomoteur ont pu être identifiées (tableau 1). Traditionnellement, les manifestations de la fatigue sont classées selon la zone fonctionnelle sollicitée par l'activité. Ainsi, on distingue la fatigue musculaire qui peut survenir lors d'un travail physique et la fatigue sensorielle qui va apparaître à la suite d'une sollicitation plus ou moins intense ou prolongée des organes sensoriels.

Sur le plan physiologique	Sur le plan psychomoteur
<p>↓ de la température corporelle</p> <p>↓ de la force musculaire</p> <p>↓ de la vision binoculaire</p> <p>↓ du volume sanguin circulant</p> <p>↓ du contrôle et de la coordination musculaires</p> <p>↑ du glucose sanguin</p> <p>↑ du temps de réponse pupillaire à la lumière (réflexe naturel de l'œil à la lumière)</p> <p>↑ du temps d'accommodation visuel</p> <p>↑ de la fatigue oculaire</p> <p>↑ de la fréquence cardiaque</p>	<p>↓ de la mémoire</p> <p>↓ des capacités à communiquer</p> <p>↓ de la poursuite oculaire (suivre un objet des yeux)</p> <p>↓ des capacités d'attention</p> <p>↓ des capacités à coopérer</p> <p>↓ de la capacité à accepter les critiques</p> <p>↑ du temps de réaction</p> <p>↑ de l'irritabilité, de l'anxiété</p> <p>↑ des erreurs</p> <p>↑ des omissions</p>

Tableau 1

Principales manifestations de la fatigue sur les plans physiologiques et psychomoteur (adapté d'après J. MARKLE, 1984).

Pour d'autres auteurs, les manifestations de la fatigue ne peuvent pas être considérées comme spécifiques d'une fonction : elles doivent plutôt être classées par rapport à l'intensité de la fatigue et correspondent alors à un état général de l'organisme. On se place alors dans le concept dit de "fatigue générale".

2.2.1 - Les manifestations spécifiques -

- *La fatigue musculaire* -

Chronologiquement, la fatigue musculaire a fait la première l'objet de recherches, notamment en raison de ses implications dans le travail manuel (Scherrer, 1967). Bien qu'il reste encore des inconnues sur les mécanismes impliqués, les phénomènes de fatigue musculaire paraissent actuellement assez bien connus. On distingue généralement deux types de fatigue musculaire en fonction de la nature de l'effort demandé : une fatigue associée à un effort soutenu et une fatigue liée au maintien d'une même posture sur des périodes prolongées. Un travail musculaire intense se traduit à plus ou moins long terme par une diminution des performances musculaires, une diminution du rythme contraction-relaxation ainsi qu'un allongement du temps entre la stimulation et le début de la contraction (Grandjean, 1983). Dans le contexte aéronautique dans lequel se situe cette étude, la fatigue posturale paraît plus impliquée. Elle se trouve notamment accentuée lors du travail de précision et du travail sur écran. Ces activités nécessitent un positionnement très précis de la tête (Verriest, 1985) et entraînent une dépense musculaire bien supérieure à celle liée au port normal de la tête. Cette rigidification augmente la valeur des contraintes exercées sur la colonne cervicale. Compte tenu de l'accroissement de plus en plus marqué du nombre des écrans cathodiques dans les avions de nouvelle génération, cette composante de la fatigue ne doit donc pas être sous-estimée.

- *La fatigue sensorielle* -

Depuis une vingtaine d'années, la fatigue sensorielle a fait l'objet de nombreux travaux, en particulier la fatigue visuelle, en raison du développement du travail sur écran. Du fait de la centralisation des informations sur des écrans dans le cockpit, il s'agit évidemment d'un aspect à ne pas négliger. La fatigue visuelle, liée à une sollicitation excessive de l'oeil se traduit par des symptômes polymorphes : des signes oculaires fonctionnels (picotements, irritations, éblouissements), physiques (douleurs, rougeurs,...) et généraux (céphalées, vertiges, insomnie,...) (Berthemy Pellet, 1991). L'origine de cette fatigue est décrite comme principalement musculaire. Elle concerne les muscles ciliaires, responsables de l'accommodation, les muscles extrinsèques des yeux responsables de la convergence et des mouvements oculaires ainsi que les muscles qui fixent la tête de manière à maintenir une distance relativement constante entre l'oeil et le plan de travail ou l'écran. On constate que les tâches réputées fatigantes comportent très souvent une composante visuelle importante. En effet, il a été observé, au moyen notamment de tests d'accommodation et de convergence, une diminution des performances visuelles (ou fatigue visuelle) après des tâches variées : surveillance radar, tâche de pilotage, travail de précision...

La fatigue auditive constitue également un important champ d'investigations, tant pour en déterminer ses origines que ses manifestations. Sur le plan des origines, certains auteurs ont émis l'hypothèse que le récepteur, la cochlée, ne constituait pas le seul organe où la fatigue peut être ressentie. Une composante centrale au niveau des centres auditifs du système nerveux a notamment été évoquée (Klein et Mills, 1981 ; Sorin et Thouin-Daniel, 1983). Cette composante expliquerait qu'une exposition au bruit réduise les performances mentales d'un sujet. Outre les dégradations purement sensorielles sur le plan du seuil auditif et de la perception de certaines fréquences (Feth et coll., 1979), on constate une réduction de la compréhension de la parole. Comme pour la fatigue visuelle, cet aspect mérite une attention particulière dans le domaine aéronautique, en raison de l'importance du bruit de fond, des communications à l'intérieur des cockpits et vers l'extérieur (contrôle aérien).

- La fatigue mentale -

Par analogie avec les concepts de fatigue musculaire et de fatigue sensorielle, le concept de fatigue mentale a émergé au cours des vingt dernières années pour désigner les dégradations des fonctions mentales consécutives à un travail intellectuel. Il est très fréquemment cité, voire privilégié, dans le domaine aéronautique, dans la mesure où les tâches de pilotage requièrent des raisonnements complexes dans des temps limités. Ce concept, étroitement lié à celui de charge mentale, a cependant été maintes fois critiqué. Pour Spérandio (1984) "à l'imprécision du terme fatigue on ajoute celle de l'adjectif mentale". En fait, il n'existe pas à ce jour de preuves expérimentales que le traitement cognitif de l'information provoque un état de fatigue. On constate parfois une diminution des performances mentales à la suite d'un effort intense. Cette dégradation n'est pas toujours mise en évidence en raison de la difficulté à isoler les différentes étapes du traitement de l'information. Puisque tout traitement de l'information et les réponses qu'il implique mettent en jeu une activité sensorielle et musculaire, il paraît difficile de caractériser une fatigue mentale "pure". A ce titre, les travaux mentionnés dans le domaine de la fatigue auditive montrent qu'une sollicitation sensorielle peut à elle seule, conduire à une diminution des performances mentales. Si l'on ne dispose pas actuellement de preuves objectives de l'existence de cette fatigue mentale, il n'en demeure pas moins qu'elle est ressentie de manière subjective par de nombreux opérateurs, notamment par les pilotes d'aéronefs et qu'il convient probablement de la prendre en compte.

2.2.2.- La fatigue générale

Par opposition aux manifestations spécifiques de la fatigue, d'autres auteurs proposent la notion de "fatigue générale" qui désigne des sensations pour lesquelles aucune manifestation particulière et localisée ne peut être isolée. Cette conception émane principalement d'auteurs russes (Platonov, 1970 ; Medvedev et Mar'yanovich, 1983). Pour le domaine aéronautique, Bodrov (1988) classe les manifestations de cet état de fatigue générale en fonction de leur intensité :

- la fatigue compensable est essentiellement caractérisée par des dégradations des sensations subjectives qui surviennent principalement à la fin du vol. Elle disparaît après une nuit de repos,

- la fatigue aiguë se caractérise par une certaine inertie et une apathie s'accompagnant parfois de difficultés d'endormissement,
- la fatigue chronique s'installe après une exposition répétée à un travail intensif. Elle se traduit par des sensations de fatigue tout au long du vol, une faiblesse et une inertie générale, une apathie, des bourdonnements d'oreilles, des maux de tête, un manque d'appétit, des difficultés d'endormissement et des éveils fréquents pendant le sommeil. La récupération ne s'effectue qu'après une longue période de repos,
- enfin, l'épuisement (*burnout* en anglais) constitue l'état ultime avec des sensations de fatigue qui persistent plusieurs jours même en l'absence de travail. Le pilote présente une apathie, des maux de tête persistants, une perte de l'appétit, des vertiges, des nausées et parfois des vomissements, des cardialgies, une augmentation de la fréquence cardiaque au repos, des membres engourdis et une irritabilité. On constate également des troubles du sommeil : sommeil peu profond avec des éveils fréquents, cauchemars et insomnies. Ces troubles s'accompagnent d'une somnolence diurne. La récupération n'est généralement obtenue qu'à l'aide d'un traitement thérapeutique. Cette symptomatologie peut être assimilée à celle décrite par Selye (1956), lorsqu'il décrit un syndrome général d'adaptation. Ce concept a fait l'objet de nombreux travaux, essentiellement dans le domaine du stress (pour une revue, voir Neveu, 1995). Cette réaction de l'organisme est considérée comme une réaction inadaptée, un stress négatif par opposition au stress positif (Selye, 1979). Cette notion fait intervenir d'autres composantes que l'effort, comme la satisfaction dans le travail et les événements de vie (biographie).

On peut noter que ces symptômes se révèlent assez peu spécifiques. Par ailleurs, ils s'inscrivent sur un continuum des différents états de fatigue. Chaque état se traduit par l'apparition de nouveaux symptômes. Ceux constatés dans les formes légères (fatigue compensable) se retrouvent également dans les formes plus sévères (épuisement), mais avec une intensité beaucoup plus élevée. La récupération de ces symptômes s'inscrit sur ce continuum puisque ceux-ci persistent d'autant plus longtemps que le niveau de fatigue est élevé, même lorsque le sujet cesse son activité.

Hartman (1965), dans une analyse des facteurs psychologiques associés à la fatigue en aéronautique, distingue quant à lui trois niveaux de fatigue selon leur distribution dans le temps :

- une fatigue aiguë survenant entre deux périodes de sommeil, après un vol ou une journée de travail. La récupération de cette fatigue dépend de la période de repos disponible,
- une fatigue cumulative s'établissant sur plusieurs jours ou plusieurs semaines. Elle serait le résultat d'une récupération non appropriée après plusieurs périodes successives de fatigue aiguë,
- une fatigue chronique liée à la succession de "fatigue" ou de stress répété. Cet état s'accompagne par des sensations pénibles, souvent de nature émotive : tendance dépressive (soucis non motivé), comportement asocial (agressivité, irritabilité...), manque d'entrain et de goût du travail ... D'après Hartman ce syndrome reste rare dans la population des pilotes. Cependant de nombreux auteurs soulignent que la perturbation perpétuelle des rythmes biologiques associée aux horaires de travail ou aux décalages horaires augmente le risque de

ce syndrome (Cazamian, 1977 ; Akerstedt, 1977, 1982 ; Bonnet, 1982, 1985 ; Corlett, 1988).

Pour une revue détaillée des aspects de fatigue chronique en aéronautique, on peut se reporter à la synthèse réalisée par Porcu (1995).

Graeber (1988) quant à lui, mentionne les effets connus d'une dette de sommeil sur les performances humaines. Il regroupe ces effets en quatre catégories concernant les aptitudes psychomotrices : la conscience sensorielle et la conscience perceptive, les capacités cognitives et l'état affectif. Ces effets sont répertoriés dans le tableau 2.

Au total, les données de la littérature présentent une apparente contradiction. Certains auteurs considèrent la fatigue comme le résultat d'un effort localisé (musculaire, sensoriel,...), d'autres l'appréhendent comme un phénomène global, avec des manifestations plus généralisées dont la sévérité augmente avec le niveau de fatigue. En l'état actuel des connaissances, il ne semble pas pertinent de privilégier l'une ou l'autre des conceptions, mais plutôt de tenter de les intégrer dans un modèle descriptif de la fatigue, en tentant de tenir compte de leur complémentarité.

2.3 - La fatigue en aéronautique -

2.3.1 - Principales causes -

En s'appuyant sur le concept de fatigue générale, Platonov (1960), repris par Bodrov (1988), distingue, trois types de facteurs intervenant dans la fatigue en aéronautique :

- des facteurs principaux liés à une charge, intense et/ou prolongée au cours de vols courts ou long-courriers. Cette charge se trouve essentiellement déterminée par une activité cognitive, tantôt excessive, tantôt réduite, mais aussi par la complexité de la tâche, par la responsabilité incombant aux pilotes, par la pression temporelle ainsi que par la proportion élevée d'activités non directement liées au vol. Une charge physique peut être également évoquée liée au maintien obligé de la posture,
- les facteurs d'environnement du vol : la durée, le nombre de décollages et de périodes de travail dans un cycle de 24 heures, les nuits courtes, la durée totale de vols dans la journée, la semaine, le mois ou l'année,....,
- les facteurs additionnels qui accentuent les manifestations de la fatigue : des conditions de vol défavorables, le stress ou des activités mentales excessives avant le vol.

D'autres facteurs interviennent qui prédisposent les pilotes à la fatigue. C'est le cas notamment des perturbations du repos, des horaires de repas et de longues interruptions entre les vols, sans possibilité réelle de repos. Les variables individuelles telles que l'âge, les états pathologiques et la personnalité peuvent également influencer de manière très importante les états de fatigue.

Catégorie de performance	Effets
<p><i>Temps de réaction</i> : augmenté</p> <p><i>Attention</i> : réduite</p> <p><i>Mémoire</i> : diminuée</p> <p><i>Humeur</i> : absence, renfermement</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse régulière de contrôle • Besoin d'une forte stimulation • Oubli/perte d'éléments lors de tâches successives • Préoccupation pour des tâches ou des éléments simples • Réduction de l'attention visuelle et auditive • Diminution de la conscience de la baisse de ses propres performances • Rappel imprécis d'événements opérationnels • Oubli de tâches périphériques • Retour aux "anciennes" habitudes • Baisse de la capacité à communiquer • Réduction de la capacité à exécuter des tâches de "bas niveau" • Sensibilité accrue au manque de confort • Irritabilité • Attitude "ça m'est égal" ("Don't care")

Tableau 2
Effets de la fatigue et du manque de sommeil sur la performance de l'équipage.
(d'après Graeber, 1988)

2.3.2 - Les vols long-courriers -

Dans le contexte aéronautique, les vols long-courriers occupent une place particulière dans la mesure où plusieurs facteurs sont associés. En effet, les équipages, dans les avions modernes, se trouvent confrontés à la fois à des durées de travail élevées, à des privations partielles ou totales de sommeil lors des vols de nuit et au maintien prolongé d'une posture. A ces facteurs, s'ajoute très souvent une désynchronisation des rythmes biologiques liée aux décalages horaires répétés (Wegmann et coll., 1986 ; Nicholson et coll., 1986). Par ailleurs, la charge de travail présente des variations importantes au cours du vol. Elevée, voire très élevée au cours des phases critiques, elle devient très réduite pendant les phases de croisière, entraînant une situation de monotonie (Graeber, 1990). L'ensemble de ces facteurs concourent à dégrader le niveau d'éveil de l'équipage. Les travaux que nous avons menés en situation réelle (Coblentz et coll., 1991 ; Cabon et coll., 1993) ont permis de développer des solutions pratiques, applicables par les équipages, afin de limiter les baisses de vigilance pendant le vol et de préserver les sommeils des équipages pendant l'ensemble de la rotation.

Au cours de ces travaux qui portent sur 156 vols de longue durée, il a été constaté l'existence de périodes plus ou moins longues d'hypovigilance, détectées à partir d'une augmentation significative dans la bande alpha de l'EEG et une modification des clignements oculaires. Ces baisses du niveau d'éveil surviennent plus fréquemment lors de la croisière et parfois simultanément pour les deux pilotes, même lors de vols en équipage à deux. Ces résultats ont pu être mis en relation avec le contexte du vol (durée, destination, composition de l'équipage), avec les activités au cours du vol (communications, tâches, prise des repas,...) et les durées de sommeil avant la rotation, pendant le vol (équipages renforcés) et à l'escale. Les recommandations qui ont été élaborées puis testées sur des vols réels (Coblentz et coll., 1993 ; Cabon et coll., 1995 ; Mollard et coll., 1995) reposent sur une gestion optimisée des repos ainsi qu'une alternance de phases de veille active-veille passive qui permet à la fois d'induire une rupture dans la monotonie du vol et de procurer, lors des vols de nuit, des périodes de repos dans le cockpit, alternativement pour chaque pilote. Des recommandations spécifiques sont également proposées aux pilotes afin de les aider à lutter contre les effets du décalage horaire. Une exposition à la lumière dans des plages horaires appropriées contribue notamment à accélérer le processus d'ajustement des rythmes biologiques à l'horaire local. Testées sur des rotations transatlantiques et vers l'Extrême Orient, ces recommandations se sont avérées utilisables de manière concrète par les équipages et efficaces en contribuant à réduire significativement les taux d'hypovigilances en vol. Cette amélioration peut être attribuée essentiellement à une meilleure gestion du sommeil avant les vols, aux escales et pendant les vols (équipages renforcés) ainsi qu'à une réduction de la monotonie au cours des phases de croisière. Ces travaux ont abouti à la réalisation de guides de recommandations à l'usage des équipages (LAA-DGAC, 1995 ; AIRBUS INDUSTRIE-LAA, 1995).

Nous avons participé aux vols de certification de l'Airbus A340 (Coblentz et coll., 1993) dont le contexte peut être assimilé à une activité à la fois intense et prolongée. Cette campagne d'expérimentations a été réalisée en collaboration avec l'équipe de H.M. Wegmann (DLR Institut für Flugmedizin) qui a conduit des investigations concernant le sommeil, les sensations

de fatigue, la charge de travail et le stress (Wegmann et coll., 1993). Ces vols très long-courriers, de durées supérieures à 10 heures, présentaient la particularité d'être effectués en équipage à deux, avec des scénarios de pannes déclenchés de manière aléatoire. De telles conditions étaient donc susceptibles de créer un état de fatigue, tel qu'il a été défini précédemment. Sur les figures n° 1 et n° 2 sont présentés les pourcentages d'hypovigilance de chaque membre d'équipage lors des phases de montée, de descente et toutes les heures pendant la phase de croisière, au cours des vols Paris-San Francisco et San Francisco-Paris. On constate, pour le vol aller, une augmentation très importante du taux d'hypovigilance au bout de 7 heures de croisière pour le commandant de bord (CM1) et de 9 heures de croisière pour le copilote (CM2). Les taux redeviennent nuls pendant la phase de descente. Ce résultat peut être interprété comme une réduction progressive du niveau d'éveil au cours du vol, avec un maximum en fin de croisière. Dans la phase de descente, l'augmentation des stimulations et de l'activité des pilotes contribuent à accroître leur niveau d'éveil, ce qui se traduit par une disparition des hypovigilances. Il reste toutefois probable que l'équipage, au cours de cette dernière phase du vol, présente d'autres manifestations de fatigue, se traduisant par des modifications du comportement.

Pendant le vol de retour, on note, pour le copilote, une première augmentation des périodes d'hypovigilance en début de croisière, puis une seconde après 8 heures de vol. Pour le commandant de bord, le taux n'augmente que légèrement en fin de vol. L'augmentation précoce du taux d'hypovigilance du copilote peut s'expliquer par la privation de sommeil constatée à l'escale (Wegmann et coll., 1993). Ce pilote avait dormi 4 heures 30, soit une dette de sommeil correspondant à plus de 40% de son sommeil habituel. Par ailleurs, il a été constaté en fin de vol pour ce pilote, une augmentation concomitante de l'évaluation subjective de la charge de travail, des sensations de fatigue et du taux de cortisol. Ces manifestations peuvent être assimilées à un état de fatigue aiguë, telle que décrite par Bodrov (1988). Pour le commandant de bord, la durée de sommeil à l'escale s'élevait à 9 heures et aucune modification notable des différents indicateurs n'a été constatée pendant ce vol.

Ces résultats suggèrent qu'une fatigue liée à un effort prolongé et intense peut conduire à des manifestations caractérisées par une réduction du niveau d'éveil lorsqu'une dette de sommeil est présente. Cette réduction du niveau d'éveil peut être elle-même considérée comme une source d'effort pour le pilote. En effet, un niveau d'éveil minimum étant requis pour effectuer sa tâche, il est amené à mobiliser des ressources pour maintenir un éveil suffisant. On peut émettre l'hypothèse que les taux élevés de cortisol et les sensations de fatigue apparaissant à la fin du vol traduisent cet état physiologique du pilote. Bien que les résultats présentés ne portent que sur une rotation correspondant à des vols de certification, ils illustrent bien une manifestation de la fatigue liée au contexte du vol (longue période de travail et survenue de pannes) ainsi qu'à l'état physiologique de l'un des pilotes.

Une autre manière de caractériser la fatigue liée à la fois à une dette de sommeil et à une période d'éveil de durée prolongée, consiste à dénombrer les survenues d'épisodes de microsommeils pendant une phase donnée du vol.

CDG-SFO

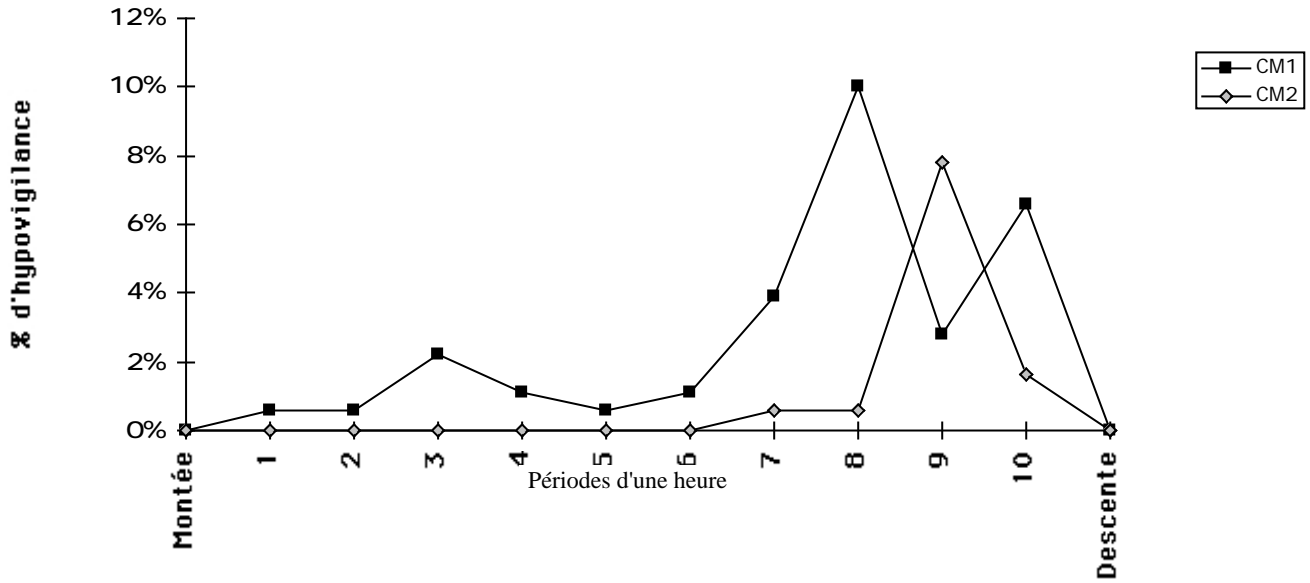


Figure n°1. Pourcentage d'hypovigilance lors de la montée, la descente et par périodes d'une heure au cours de la croisière pour le commandant de bord (CM1) et le copilote (CM2).
Vol de Certification de l'Airbus A340.
Vol de jour Paris (CDG) - San Francisco (SFO).
Durée de sommeil avant le vol :
• CM1 : 7 heures
• CM2 : 8 heures

SFO-CDG

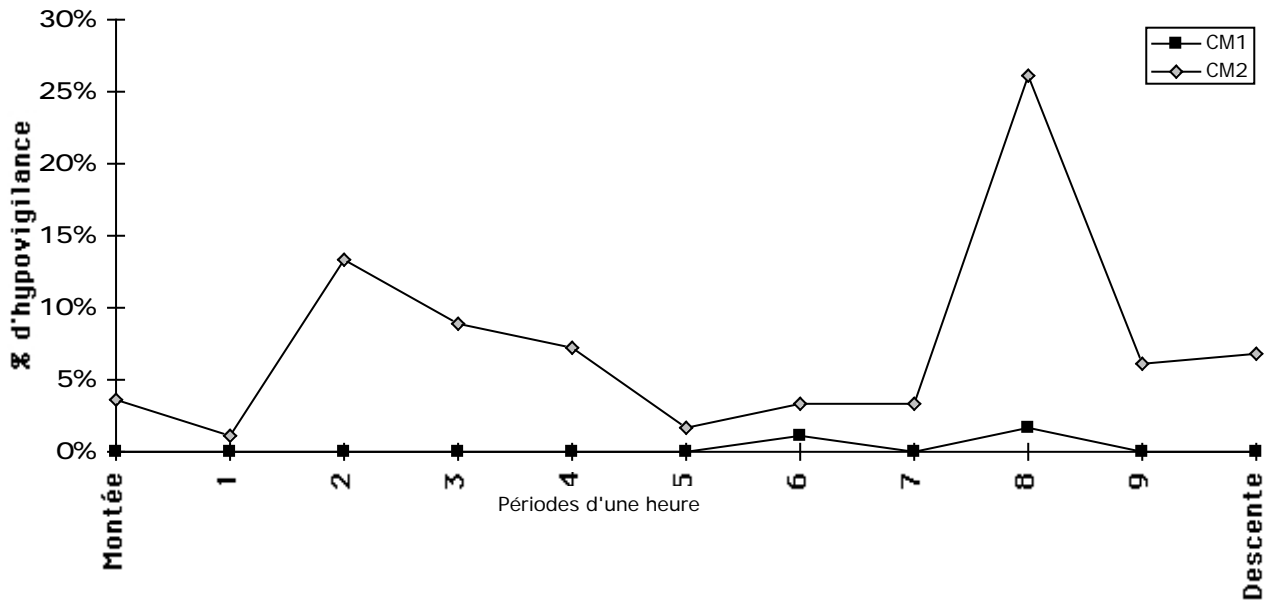


Figure n°2. Pourcentage d'hypovigilance lors de la montée, la descente et par périodes d'une heure au cours de la croisière pour le commandant de bord (CM1) et le copilote (CM2).
Vol de Certification de l'Airbus A340.
Vol de nuit San Francisco (SFO) - Paris (CDG).
Durée de l'escale à San Francisco : 24 heures.
• CM1 : 9 heures
• CM2 : 4 heures 30

Un exemple est reporté sur la figure n° 3 pour les vols de certification de l'A340 précédemment cités. On constate une augmentation importante des microsommeils dans les 90 minutes précédant l'atterrissage uniquement pour les équipages des vols retour. Les durées d'éveil pendant les vols aller et retour, associées à des dettes de sommeil aux escales pour certains pilotes peuvent expliquer ces survenues. Une solution efficace pour remédier à ces intrusions de microsommeils pendant l'éveil consiste à avoir une période de sommeil ou une sieste, même courte au cours de la phase de croisière. L'intérêt de l'utilisation de la sieste a été montré pour les vols long-courriers par Graeber et coll. (1990) et très long-courriers par Coblentz et coll. (1993, 1994).

2.3.3 - Les vols court-courriers -

En comparaison des vols long-courriers, les vols court-courriers n'ont fait l'objet que de peu avec les recherches (Ruffel Smith, 1967 ; Klein et coll., 1972 ; Graeber et coll., 1985). La plus récente et la plus complète demeure celle citée par Graeber (1988) et conduite par Gander et coll. (1988). Ces auteurs ont examiné les privations de sommeil et les désynchronisations des rythmes biologiques engendrées par les vols court-courriers. L'ensemble des vols étudiés étaient limités à la côte Est des Etats-Unis. Le travail a porté sur 74 pilotes qui ont été suivis avant, pendant et après les vols, sur une durée de 3 à 4 jours. Au cours de cette période, la température corporelle et la fréquence cardiaque ainsi que l'activité motrice ont été recueillies. En complément de ces paramètres physiologiques, les pilotes remplissaient toutes les deux heures pendant les périodes d'activité des évaluations subjectives de fatigue et d'humeur, notaient leur période de sommeil ainsi que leurs activités (repas, exercice physique, travail,...).

Les résultats indiquent que les pilotes travaillaient en moyenne 10 heures 30 pour un temps de vol effectif de 4 heures 30. Un tiers des journées de travail présentaient une durée supérieure à 12 heures et le nombre de vols s'élevait en moyenne à 5,5. La durée moyenne de repos était de 10 heures 30 et débutait chaque jour un peu plus tôt. L'analyse des agendas de sommeil montrent que les pilotes présentent par comparaison aux sommeils étudiés avant la période de travail des latences d'endormissement supérieures de 12 minutes et une heure de réveil avancée en moyenne de 1 heure 24. Par ailleurs, ils évaluent leurs sommeils comme étant plus légers et de plus mauvaise qualité. Lors des jours de travail, les équipages consomment plus de café et de tabac pour maintenir leur niveau d'éveil au cours des vols. Le nombre de repas et celui des prises d'alcool s'avèrent également plus élevés.

Chez ces pilotes, les évaluations subjectives de la fatigue augmentent significativement au cours de la journée pour atteindre un maximum juste avant le coucher. Parallèlement, l'appréciation subjective du niveau d'éveil tend à diminuer tout au long de la journée. Cette augmentation de la fatigue se révèle particulièrement nette après le premier jour de travail. Le niveau de fatigue subjective se stabilise les deuxième et troisième jours (figure n° 4) puis augmente légèrement, de manière non significative le quatrième jour.

CAMPAGNE DE CERTIFICATION A340 VOLS EN EQUIPAGE MINIMUM

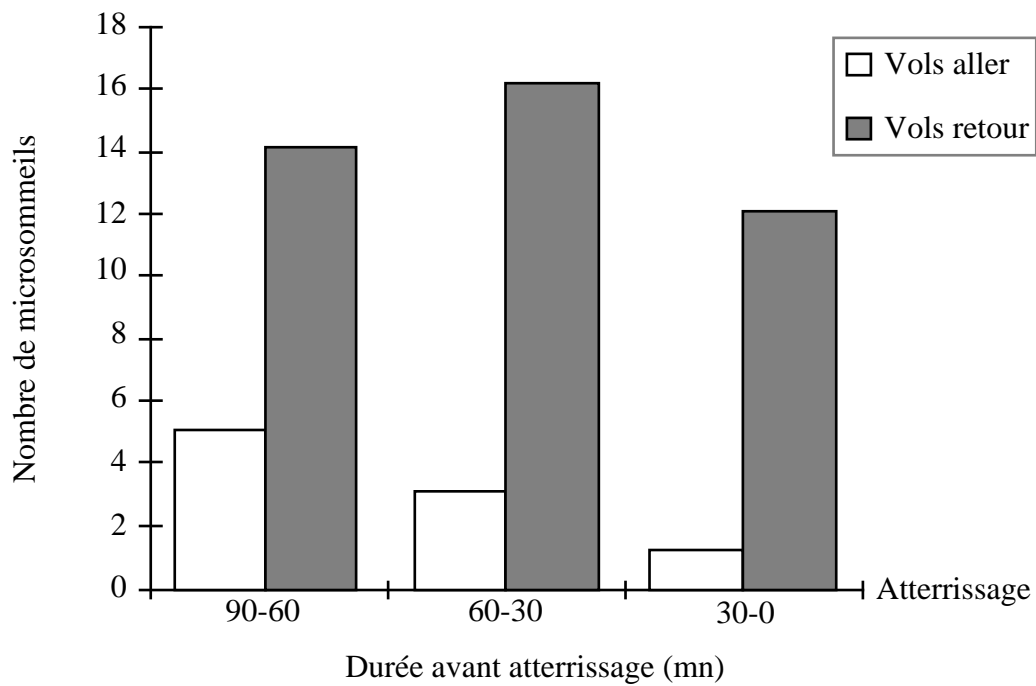


Figure n° 3
Nombre total de microsommeils dans les 90 minutes précédant l'atterrissage pour les deux membres d'équipages au cours de vols très long-courriers. Les pilotes des vols retour étaient présents comme observateurs pour les vols aller.

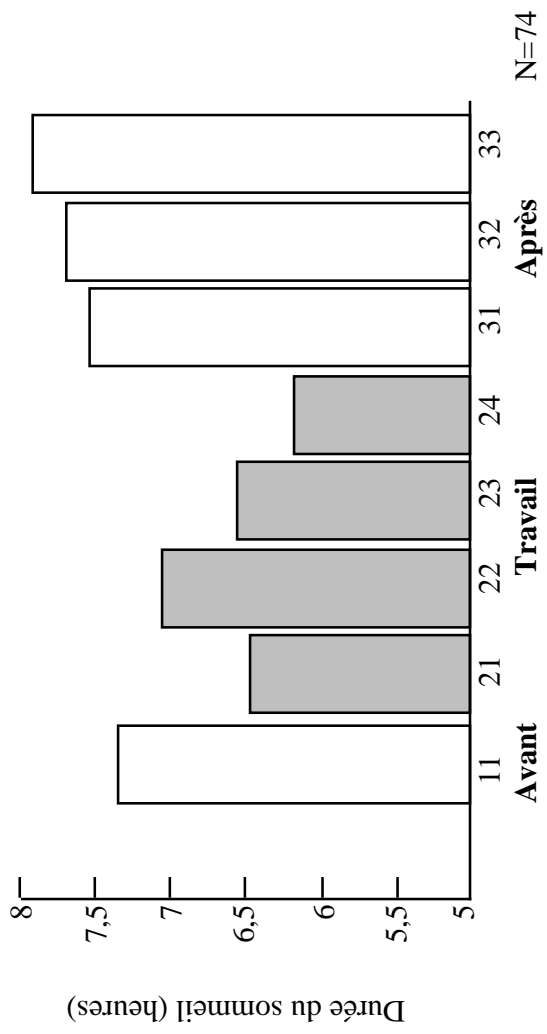


Figure 5

Durées moyennes du sommeil au cours de journées successives de travail comparées aux durées moyennes des journées de repos avant et après le travail (d'après Graeber, 1988).

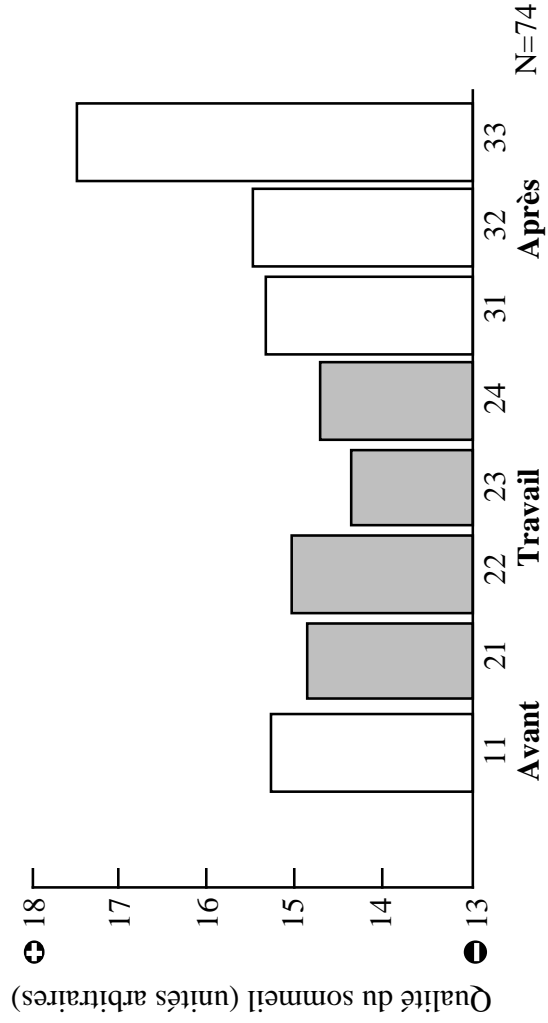


Figure n°6

Evaluations subjectives de la qualité du sommeil au cours de jours successifs de travail comparées à la qualité du sommeil lors des périodes de repos avant et après le travail (d'après Graeber, 1988).

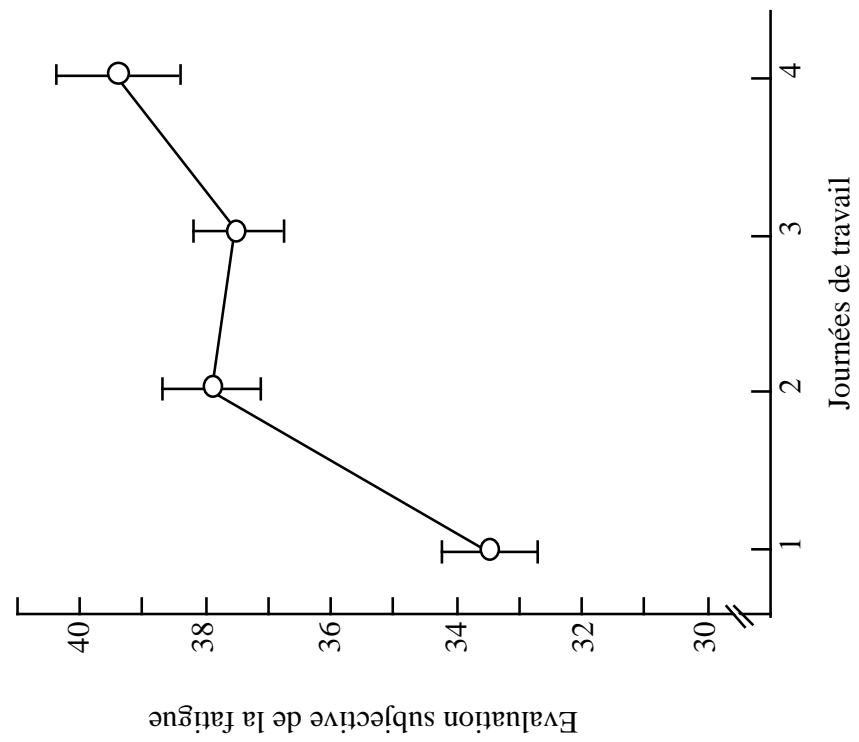


Figure n°4

Evaluations subjectives moyennes de la fatigue pour 74 pilotes de vols court-courriers sur une période successive de 3 ou 4 jours (0 : éveillé, 100 : fatigué) (d'après Graeber, 1988).

Les auteurs interprètent cette augmentation rapide suivie d'un plateau par une anticipation des équipages du niveau de fatigue auquel ils auront à faire face lors des jours 3 et 4. Pour Graeber (1988), ceci souligne l'importance de la planification des vols. Lorsque des journées de vols non prévues sont ajoutées, l'équipage ne peut anticiper la fatigue et deviendrait plus sensible à ses effets.

Ces phénomènes d'anticipation peuvent être attribués à la dégradation de la durée et de la qualité du sommeil subie par les pilotes lors de journées de travail successives (figures n° 5 et n° 6). La privation de sommeil débute dès le premier jour de travail (jour 21). Celle-ci se trouve associée à un lever précoce lié à une prise de service matinale. Les auteurs constatent que les équipages ne tentent pas de compenser ce lever matinal par une avance de l'heure de coucher. Ce résultat, habituellement retrouvé dans les études sur le travail posté, notamment pour les services du matin, doit être attribué au fait que les caractéristiques de l'horloge biologique vont à l'encontre de l'avance de phase imposée par les horaires des services (Bougrine et coll., 1995).

Un autre résultat intéressant mentionné par Graeber (1988) concerne l'impact du nombre de tronçons effectués sur la qualité du sommeil. L'auteur constate paradoxalement en apparence, que plus le nombre de vols effectués dans une journée est élevé, plus la durée du sommeil augmente et plus la qualité du sommeil est bonne. Par ailleurs, des vols de longues durées peuvent entraîner des durées de sommeil importantes. Ceci n'est pas observé pour des durées de service élevées. Enfin, une proportion élevée de pauses (la durée du service moins la durée de vol) se trouve associée avec les sommeils de plus mauvaises qualités. Ces résultats suggèrent que les journées les plus contraignantes sur le plan opérationnel, nombre élevé de vols avec des pauses plus courtes, conduisent à des sommeils longs et de bonne qualité. Ce résultat peut paraître paradoxal mais il s'explique par le fait que dans les journées comportant beaucoup de vols, ceux-ci ont tendance à débiter plus tard et à se terminer plus tôt que les journées comportant des vols moins nombreux mais plus longs.

Ces résultats, concernant les pilotes d'avions court-courriers, indiquent que les horaires et les durées de travail entraînent des effets néfastes sur le sommeil et l'hygiène de vie des équipages de ce type de vols. Les auteurs concluent que la réglementation ne doit pas seulement prendre en compte les temps de vols mais la période totale de travail. Par ailleurs, ils recommandent que les prises de services commencent chaque jour à peu près à la même heure ou, lorsque cela n'est pas possible, de plus en plus tard pour suivre la tendance naturelle de l'horloge biologique à allonger sa période de 24 heures.

D'autres facteurs interviennent dans la fatigue générée par les vols court-courriers. On sait notamment que les départs matinaux sont souvent associés à des conditions météorologiques défavorables et à des trafics élevés. Ces aspects, qui font partie intégrante de l'astreinte imposée à l'équipage, doivent être pris en compte dans les investigations sur la fatigue.

2.3.4 - Vols long-courriers et vols court-courriers : même fatigue ? -

Les travaux résumés par Graeber (1988) montrent que les équipages de vols court-courriers se trouvent confrontés à une fatigue liée aux horaires de travail et à la succession des vols. On peut se demander si cette fatigue diffère de celle générée par les vols long-courriers. Cette question renvoie aux deux notions de la fatigue concernant l'intensité et la durée de l'effort.

La plupart des conceptions de la fatigue reposant sur l'intensité de l'effort évoque un aspect "énergétique". L'effort fourni dans le travail consomme une partie de "l'énergie" disponible. C'est cette consommation d'énergie qui conduirait à un état de fatigue (Lee et coll., 1991).

Schmidtke (1969) insiste sur la sollicitation émanant de la tâche réalisée. Selon cet auteur "la fatigue se présenterait comme un phénomène consécutif à une sollicitation préalable ; elle a pour effet une diminution réversible des performances et une dégradation transitoire des fonctions ; elle s'accompagne d'une diminution de la satisfaction dans le travail et d'une augmentation de la sensation d'effort". La consommation des ressources lors des vols court-courriers serait liée à la succession des différents vols et notamment à une mobilisation importante des ressources physiologiques et psychologiques lors des phases d'atterrissage et de décollage.

Pour d'autres auteurs, la fatigue résulterait d'une diminution temporaire des capacités de travail après un effort prolongé (Cameron, 1973 ; Spérandio, 1984 ; Ono et coll., 1991). Ainsi, le déclin des capacités de travail se manifesterait par une perturbation de différentes fonctions entraînant une baisse d'efficacité, et un accroissement de l'effort nécessaire pour accomplir sa tâche. **En d'autres termes, pour maintenir une performance équivalente, le sujet fatigué doit fournir un effort plus important.**

Elias et Audran (1978) corroborent cette hypothèse reposant sur la durée de l'effort en définissant la fatigue comme "une réponse généralisée à des situations de travail difficiles au cours d'une période prolongée, avec des effets qui pourraient être aigus ou chroniques. La fatigue apparaît comme la manifestation d'un état critique du système qui devra restructurer l'ensemble des variables comportementales vers la récupération". Dans cette définition, une fonction adaptative de la fatigue est suggérée. Les manifestations de la fatigue constitueraient un signal d'alarme pour l'organisme, l'incitant à cesser l'activité. Au cours des vols long-courriers, l'effort lié à la tâche n'est pas constant. Il présente des variations importantes en fonction de la phase de vol. Il est tout à fait vraisemblable, comme le suggèrent les résultats de nos travaux, que l'équipage afin de maintenir un niveau d'éveil satisfaisant, est amené à fournir un effort de plus en plus élevé, au fur et à mesure que la durée du vol augmente.

En résumé, la durée et l'intensité de l'effort constitueraient les deux principaux facteurs identifiés comme causes de la fatigue. On peut se demander si ces deux facteurs ne se traduisent pas par des différences à la fois dans les manifestations de la fatigue et dans les processus de

récupération associés. Cette question reste pour l'instant sans réponse ; elle constitue une hypothèse de travail qu'il conviendra d'évaluer au cours des futures investigations. Par contre, il paraît établi qu'une tâche très longue et très intense peut conduire à un état d'épuisement (Bodrov, 1988), ce qui n'a rien pour surprendre.

2.4 - Les bases d'un modèle -

Malgré de nombreux travaux, le concept de fatigue reste, comme nous venons de le voir, très complexe à définir. La modélisation de ce phénomène devrait faciliter sa compréhension ainsi que l'interprétation de ses manifestations. Par ailleurs, cette modélisation va permettre de formuler des hypothèses servant de base à de nombreux protocoles expérimentaux qui permettront de mieux caractériser et de prédire les situations susceptibles d'entraîner l'apparition de la fatigue ainsi que le temps de repos et les facteurs favorisant sa récupération.

Les modèles de la fatigue présentés ci-après reposent sur trois aspects distincts, mais complémentaires :

- le niveau d'éveil,
- les caractéristiques des différents vols au cours d'une rotation,
- le pilote et son environnement physique et socio-professionnel.

2.4.1 - Modèles fondés sur le niveau d'éveil

2.4.1.1 - *Modèle neurophysiologique* -

Dans ce modèle, la fatigue résulte d'une régulation neurophysiologique qui se met en place pour conserver l'efficacité et la santé. Pour Grandjean (1983), en dépit de la multiplicité des causes, certains processus régulateurs du système nerveux sont communs à toutes sortes de fatigue. La figure n° 7 schématise les processus de fatigue et de récupération à l'aide d'une citerne remplie d'eau dont le niveau correspond au degré de fatigue et l'écoulement à la récupération. Afin que la citerne ne déborde pas, les quantités d'eau d'arrivée et de départ doivent être sensiblement égales. En d'autres termes, la fatigue, qui correspond à la somme de tous les efforts accomplis dans la journée, doit être compensée par les processus de récupération qui se déroulent essentiellement pendant le sommeil.

Le principe du modèle neurophysiologique (Grandjean, 1983) repose sur le concept d'état fonctionnel dans lequel se trouve l'organisme à un moment donné entre deux extrêmes : le sommeil profond et l'état d'alerte. Entre ces deux états extrêmes, existent un certain nombre d'états intermédiaires résumés ci-après :

sommeil	---	lassitude,	---	calme,	---	frais,	---	vigilance aiguë,
léger,	---	à peine éveillé,	---	repos,	---	dispos,	---	excitation.

Vue sous cet angle, la fatigue se traduit par un état fonctionnel.

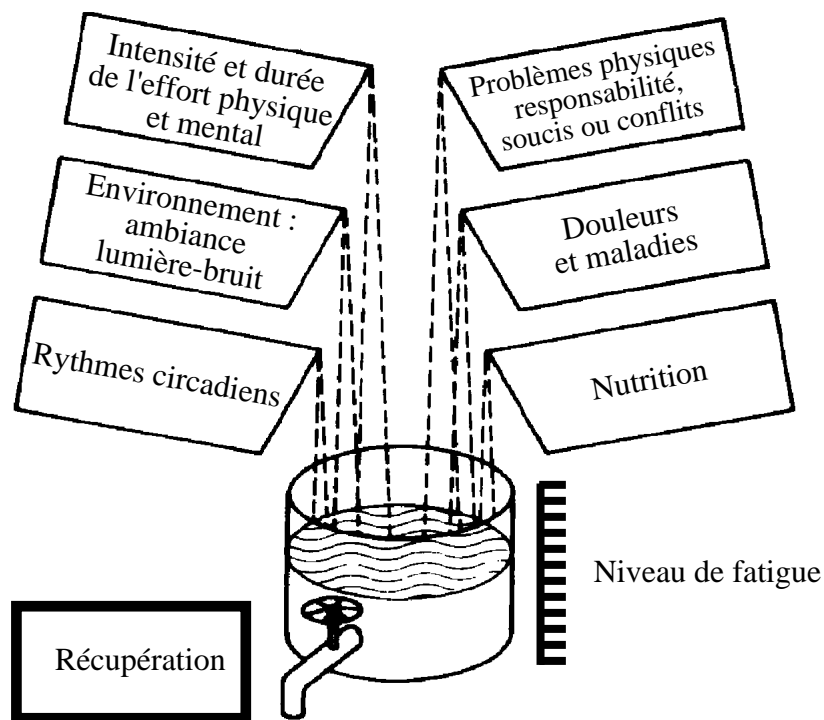


Figure n°7

Graphique illustrant les causes quotidiennes de fatigue et la récupération nécessaire. La fatigue totale doit être compensée par la récupération dans un cycle de 24 heures (d'après Grandjean, 1983).

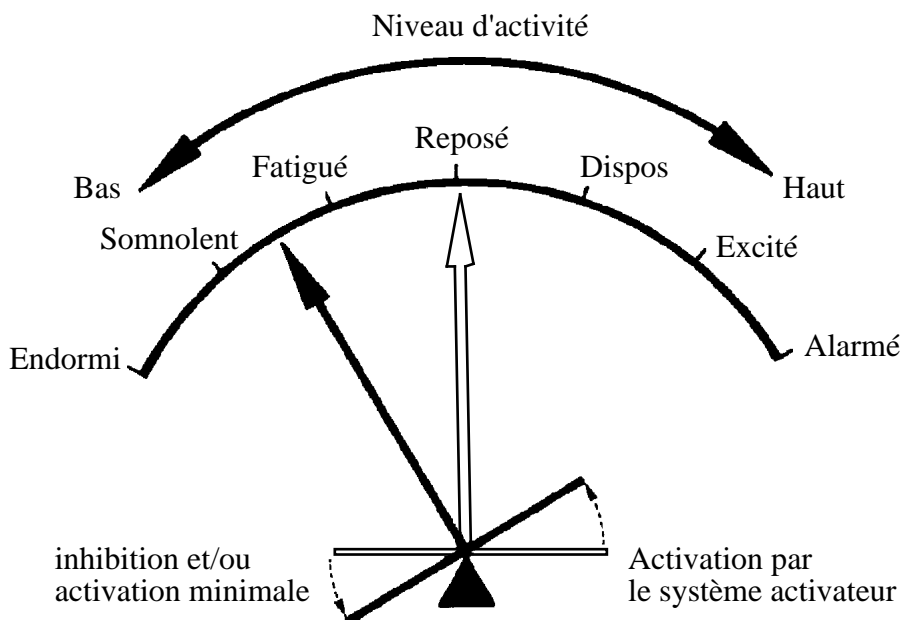


Figure n°8

Modèle théorique illustrant le mécanisme régulateur des états fonctionnels de l'organisme. Le niveau d'activation du cortex cérébral, le degré de promptitude à l'action et le niveau de vigilance vont en augmentant de la gauche vers la droite (d'après Grandjean, 1983).

Les états fonctionnels sont déterminés par le niveau d'activité électrique du cortex cérébral ainsi que par les impressions subjectives correspondantes (lassitude, bonne forme...). Ces états se trouvent sous le contrôle de deux structures cérébrales : le système activateur et le système inhibiteur. Une partie de ces systèmes est constituée de centres nerveux pré-hominiens.

Le système activateur, comprenant des structures de la formation réticulée et certains centres du système limbique, augmente le niveau d'activation du cortex cérébral. Le système inhibiteur, localisé au niveau du cerveau moyen, thalamus et hypothalamus, et du tronc cérébral, constitue un système atténuateur dont le rôle consiste à abaisser le niveau d'activation du cortex.

Dans ce modèle, le niveau d'activité cérébrale, et par conséquent l'état fonctionnel de l'organisme tout entier repose sur un équilibre entre les influences opposées des systèmes d'activation ou d'inhibition (figure n° 8). Rappelons que la conscience qui comprend les facultés de perception, de sensibilité subjective, de réflexion et de volonté, est localisée dans le cortex. En activant le cortex, on provoque un accroissement du niveau d'acuité des fonctions conscientes telles que la vigilance, l'attention et la promptitude à l'action. Cette activation va agir par rétroaction sur le système activateur réticulé lorsqu'une idée inquiétante ou une menace provoque une vigilance soutenue. Par ailleurs, les stimulations sensorielles auditives, visuelles et proprioceptives accroissent le niveau d'activité réticulaire et par conséquent celui du cortex cérébral. Une stimulation accrue du système activateur se trouve accompagnée d'une augmentation de la fréquence cardiaque, de la pression sanguine, de la quantité de sucre libéré par le foie et du métabolisme en général.

Lorsque les influences inhibitrices prédominent ou que le processus activateur demeure très réduit (monotonie, ennui, absence de communication...), on observe des manifestations de fatigue, de torpeur, de paresse et de léthargie. Ces sensations ne sont pas déplaisantes lorsque le repos ou le sommeil restent possibles, mais deviennent difficilement supportables si le sujet doit effectuer une tâche exigeant une attention soutenue.

En résumé, ce modèle considère que la sensation de fatigue, comme les sensations de faim, de soif..., constitue un mécanisme de défense naturelle qui permet d'éviter le surmenage de l'organisme et donne au processus de récupération le temps de se mettre en place. La principale critique que nous pouvons adresser à ce modèle réside dans l'attribution à la sensation de fatigue d'un état d'activation faible du cortex cérébral. En effet, la fatigue peut être observée chez des sujets dont le niveau d'activation cérébrale s'avère élevé, par exemple à la suite d'une surcharge de travail ou d'un stress important. Les manifestations de la fatigue se traduiront, dans ce cas, par une surexcitation qui entraîne une dégradation des performances si l'activité se poursuit ou par des difficultés d'endormissement si l'activité cesse.

2.4.1.2 - Modèles mathématiques -

De nombreux modèles existent en chronobiologie, notamment celui développé récemment par Spencer et coll. (1995). Nous avons retenu plus particulièrement le modèle,

établi par Folkard et Akerstedt (1989), car il paraît plus centré sur le besoin de sommeil et les variations de l'éveil qui font l'objet de nos travaux. Selon ces auteurs, il serait possible de prédire le niveau d'éveil ou de vigilance dans n'importe quel système d'horaires veille-sommeil. Il suffit de connaître l'heure du réveil et la phase du système circadien d'un sujet pour prédire son niveau de vigilance. Dans ce modèle, la fatigue constitue un phénomène de régulation homéostatique, assimilé à un niveau d'éveil faible comme dans le cas du modèle neurophysiologique. La régulation homéostatique se manifeste dans le vécu de l'individu à travers des sensations telles que la faim, la soif, la fatigue, la somnolence,... La satisfaction de ces besoins permet de rétablir l'équilibre du milieu intérieur indispensable au maintien de l'intégrité physique et mentale. Le modèle de Folkard et Akerstedt (1989) prend en compte trois facteurs :

- un processus endogène circadien,
- une augmentation de la fatigue et une diminution de l'éveil liées à la durée de la période de veille,
- un facteur lié à l'inertie du sommeil.

Les deux premiers facteurs correspondraient respectivement au processus "C" et "S" (figure n° 9) du modèle de Borbely (1982). Avec ce modèle tout se passe comme si la régulation du sommeil était sous la dépendance de l'interaction entre un processus circadien "C" et un processus homéostatique "S". Le processus "C" correspond à l'oscillateur circadien ou horloge biologique, situé dans le noyau suprachiasmatique, influençant les rythmes psychophysiques. Le processus "S" augmente régulièrement pendant la période de veille et diminue pendant le sommeil. L'endormissement se déclenche lorsque le processus "S" atteint un seuil élevé (H, figure n°9). Pendant le sommeil, le processus "S" diminue jusqu'à un seuil bas (B, figure n°9) à partir duquel le sommeil prend fin. Les deux seuils, inférieur et supérieur, sont modulés par le processus "C". Au cours d'un rythme veille-sommeil normal, la diminution du facteur "S" pendant le sommeil est objectivée par la décroissance exponentielle de la densité de puissance des ondes delta de l'électro-encéphalogramme (0,25-2 Hz) reflétant ainsi la diminution du besoin de sommeil.

Lorsque la durée de veille augmente, dans le cas d'un vol de nuit par exemple, le processus "S" continue à s'élever (cf. figure n° 9) provoquant ainsi une pression de sommeil importante. Cette pression de sommeil peut se manifester par une sensation de fatigue, par des hypovigilances et des microsommeils pendant la période d'activité. Ce modèle ne tient pas compte de la capacité individuelle de mobilisation des ressources qui permet à l'opérateur d'atteindre les objectifs qui lui sont assignés en dépit de la privation du sommeil. A lui seul, le niveau d'éveil ou de vigilance ne peut donc pas préjuger de la performance de l'opérateur pas plus que de la fatigue. Par ailleurs, certains facteurs modulant le niveau d'éveil, tels l'environnement physique et social dans lequel se déroule l'activité, la capacité à surmonter la somnolence, l'aspect psychologique, les événements de vie ne sont absolument pas pris en considération.

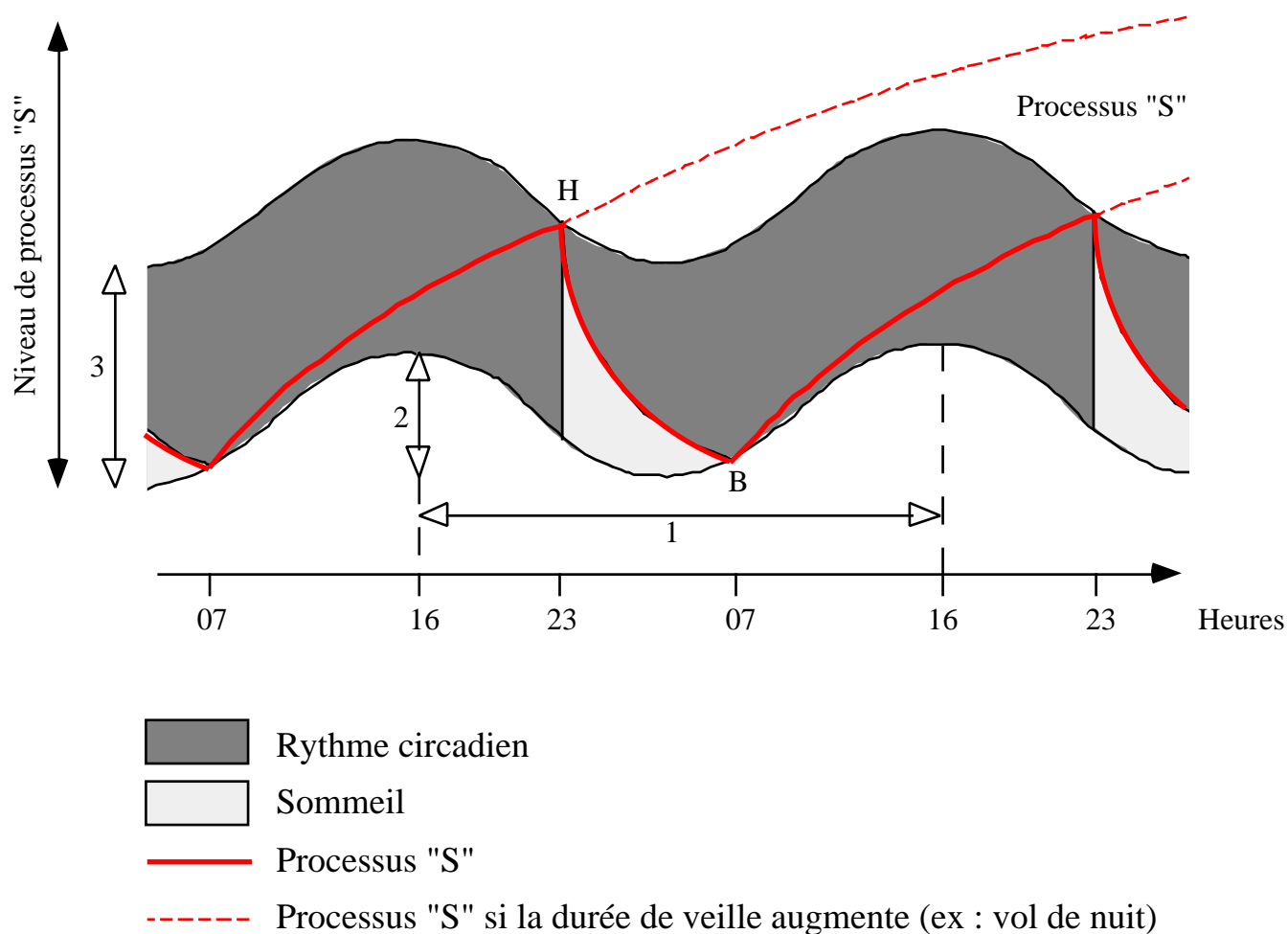


Figure n° 9

Modèle d'autorégulation du sommeil (d'après Borbely, 1982). Le processus "S" augmente avec la durée de veille et diminue lors du sommeil. L'inversion du processus "S" est déterminée par 2 seuils (H:haut et B:bas du processus circadien "C"). La période (1) et l'amplitude (2) de "C" sont des caractéristiques de ce rythme. La différence (3) entre les seuils haut et bas pourrait varier en fonction des conditions d'environnement.

2.4.2 - Modèles fondés sur les paramètres descriptifs des différents vols d'une rotation -

Plusieurs modèles présentés dans la littérature se révèlent potentiellement capables de prédire le niveau de pénibilité d'une rotation et donc, dans une certaine mesure, la charge de travail d'un équipage (Buley, 1970 ; Nicholson, 1972 ; Gerathewohl, 1974 ; Mohler, 1976). Fondés sur des données empiriques, tous ces modèles tentent de quantifier les facteurs pouvant constituer des éléments critiques pour les pilotes au cours d'une longue rotation. Ces facteurs concernent la durée de vol, la durée de service, le vol de nuit, le nombre de fuseaux horaires traversés, les heures de départ et d'arrivée, le nombre de transits, le sommeil nocturne et le repos avant vol, ...

Une étude comparative de ces modèles, effectuée sur une même rotation, a permis de montrer l'existence d'une bonne corrélation entre l'évaluation et le classement du degré de pénibilité de certains segments de la rotation (Wegmann et coll., 1985). Quelques désaccords sont apparus sur l'importance à accorder aux différents facteurs limitants. Cette étude a donné naissance à un nouveau modèle qui pallie certaines lacunes révélées par l'étude comparative des modèles précédents. Ce modèle est fortement influencé par la réglementation allemande des vols long-courriers. Son principe consiste à subdiviser une rotation en plusieurs segments correspondant aux différentes prises de service, ce qui permet de calculer un indice de charge de travail pour chacun des segments de la rotation. L'indice ainsi calculé tient compte de la durée de service, du nombre d'heures de vol de nuit, du nombre de vols, de la durée de l'escale précédant le vol et du nombre de fuseaux horaires traversés durant le précédent segment de la rotation. L'indice de charge de travail (I.w) est calculé selon la formule suivante :

$$Iw = T + 0,5N + Ctr + Clo.Ctz$$

- avec :
- T : durée de service,
 - N : nombre d'heures de vol de nuit,
 - Ctr : coefficient du nombre de vols,
 - Ctz : coefficient du nombre de fuseaux horaires.

Les coefficients varient de 1 à 3 points selon chaque condition spécifique. Les segments de la rotation sont classés en 3 catégories selon la valeur de l'indice de charge de travail :

Iw	12	:	catégorie de vol "normal"
12 < Iw	16	:	catégorie de vol "lourd"
Iw	16	:	catégorie de vol "sévère"

Ces catégories ont été établies grâce à une étude comparative des réglementations des pays suivants : France, Allemagne, USA, Suisse, Grande Bretagne, Japon, Australie, URSS, Scandinavie. Les moyennes des limites admissibles ont été établies et les indices de pénibilité ont été calculés pour ces conditions. Par exemple, la charge de travail d'une durée de service inférieure ou égale à 10 heures, avec au plus 3 vols et 4 fuseaux horaires traversés est estimée à 12 et considérée "normale". Une durée de service de 14 heures combinée aux mêmes conditions donne un indice égal à 16, ce qui représente la limite supérieure de la catégorie "lourd". Une durée de service plus importante ou l'addition d'un autre facteur tel que la durée de l'escale ou la période de vol nocturne, conduit à un indice supérieur à 16. Ce service entre dans la catégorie

"sévère".

Le calcul de l'indice de pénibilité de chaque segment d'une rotation rend compte immédiatement du ou des facteurs limitants qui sont en cause pour l'ensemble de l'équipage. Ce modèle permet en effet d'évaluer la charge globale de travail lors d'une rotation mais non la charge de travail de chacun des membres de l'équipage technique. Les différences individuelles pour ce qui concerne les facteurs physiologiques et psychophysiologiques ne sont pas prises en considération. Par ailleurs, ce modèle ne peut pas rendre compte de la pénibilité des rotations n'impliquant pas de décalages horaires, des vols de nuit ou des durées de vols importantes comme les vols multi-tronçons ou court-courriers. Enfin, ce modèle peut s'appliquer dans certaines conditions, mais peut-on le généraliser ?

2.4.3 - Proposition de modèle descriptif de la fatigue -

L'analyse de la littérature ainsi que les premiers résultats présentés posent la question de la définition même de la notion de fatigue. Recouvre-t-elle des manifestations indépendantes, spécifiques, localisées à une zone fonctionnelle ou bien représente-t-elle une manifestation beaucoup plus globale ? Bien qu'il ne soit pas possible, en l'état actuel des connaissances, d'apporter une réponse définitive, quelques orientations émergent d'ores et déjà. Ces orientations permettent de poser les premières bases d'un modèle applicable à l'aéronautique (Mollard et coll., 1995 ; Cabon et coll., 1996).

Ce modèle intègre à la fois les dimensions physiologiques et psychologiques de l'opérateur (figure n° 10). Les causes de la fatigue, identifiées comme externes à l'opérateur sont potentialisées par les caractéristiques internes de l'opérateur (rythmes biologiques, niveau d'éveil, personnalité, pathologies,...). L'ensemble de ces facteurs se traduit, chez l'opérateur, par une consommation d'énergie, un effort, directement responsable des états de fatigue. La fatigue est considérée comme un état général de l'opérateur se manifestant par des signes plus spécifiques sur les plans musculaire, sensoriel, cognitif... L'état général s'inscrit sur un continuum allant de la fatigue compensable à l'épuisement. A l'exception de l'état d'épuisement, la cessation de l'activité entraîne un processus de récupération et une diminution plus ou moins lente des symptômes. L'épuisement entraîne, au contraire, une persistance de ces signes, même lorsque l'activité a cessé. Lorsque l'activité se poursuit alors que le sujet est déjà fatigué, la performance requise devient plus difficile à atteindre, le rendement diminue ce qui contribue à accroître le niveau de fatigue. D'une fatigue compensable ou aiguë, on tend alors vers une fatigue chronique, voire vers l'épuisement. Dans une certaine mesure, ceci peut rendre compte de ce qui est couramment appelé une "accumulation de fatigue" au cours des mois ou de l'année.

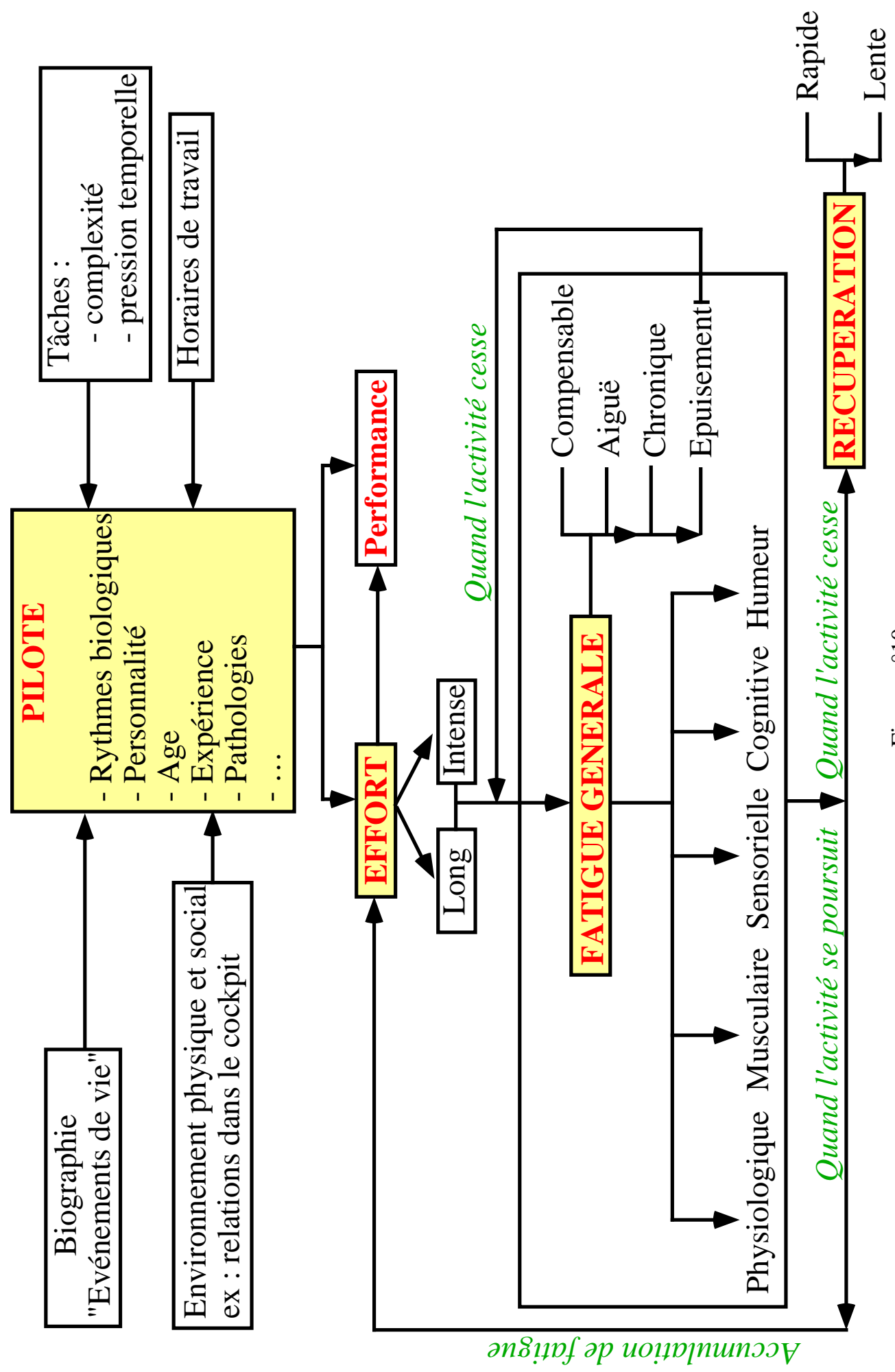


Figure n° 10
Premières bases d'un modèle descriptif de la fatigue en aéronautique.

3 - APPROCHE ELECTROPHYSIOLOGIQUE DE LA FATIGUE

Afin d'identifier d'éventuels critères électrophysiologiques susceptibles d'être reliés à des manifestations de la fatigue, il a été procédé à une analyse complémentaire des données recueillies lors des travaux antérieurs sur la vigilance des équipages de vols long-courriers. Au cours de ces vols, les paramètres électrophysiologiques enregistrés ont été l'électro-encéphalogramme (EEG), l'électro-oculogramme (EOG) et l'électrocardiogramme (ECG), dans le but d'objectiver la survenue d'épisodes d'hypovigilances et de microsommeils. De manière à suivre la durée et la qualité du sommeil des pilotes tout au long de la rotation, un enregistrement d'actométrie était effectué également. Cet enregistrement était complété par l'utilisation d'un agenda de sommeil. Par ailleurs, au cours des vols, les activités de chaque membre d'équipage ainsi que le déroulement du vol étaient notés en utilisant le système d'observation ADL (Aircrew Data Logging).

3.1 - Rotations étudiées -

Pour cette étape, il a été retenu d'analyser en priorité les rotations suivantes (tableau 3):

- campagne de certification de l'A340 en équipage minimum (Doc AA284/92). On dispose de deux rotations : Paris-Singapour et Paris-San Francisco. Ces vols sont caractérisés par une activité prolongée, entre 10 heures 30 et 13 heures 30 de vol avec le même équipage, et intense : scénarios de panne, caractère de nouveauté de l'avion. Par ailleurs, les durées de sommeil précédant les vols sont très variables. Certains pilotes ont subi des privations de sommeil : CM1 du vol Paris-San Francisco, CM2 du vol San Francisco-Paris, CM1 et CM2 du vol Singapour-Nice. Les autres présentent au contraire des durées de sommeil satisfaisantes.
- vols commerciaux sur A340 entre Paris et Taïpei (Doc. AA 314/94). Parmi les 5 rotations dont on dispose, 2 rotations ont été sélectionnées pour cette analyse complémentaire. Le critère retenu repose essentiellement sur la qualité des signaux électrophysiologiques puisque l'on a retenu les enregistrements comprenant peu d'artefacts. Ces deux rotations, décrites dans le tableau 4, ont été réalisées dans le contexte de la phase de validation des recommandations. Elles se caractérisent par des durées élevées de vol (environ 14 heures). Pour les pilotes ayant appliqué les recommandations proposées, on note des durées de sommeil satisfaisantes, que ce soit à l'escale ou en vol.

Ces deux types de rotations présentent des caractéristiques très différentes sur le plan des deux principaux facteurs susceptibles d'influencer le niveau de fatigue des équipages :

- les activités en vol : forte prédominance de la monotonie sur les rotations Paris-Taïpei par opposition aux vols de certification avec des scénarios de panne,
- les durées de sommeil avant et pendant les vols : pas de dette de sommeil et repos satisfaisant à bord pour les pilotes ayant réalisé les rotations Paris-Taïpei alors que pour les vols de certification en équipage minimal, les repos à bord étaient impossibles pour les pilotes et des dettes de sommeil pré-vol existaient.

Vols	Pilotes	Décollage	Atterrissage	Temps de vol	Durée du sommeil
Paris-SFO	CM1	10:49	22:29	11:40	3:30
Paris-SFO	CM2	10:49	22:29	11:40	9:30
SFO-Paris	CM1	23:25	10:01	10:36	10:00
SFO-Paris	CM2	23:25	10:01	10:36	04:30
Nice-Singapour	CM1	11:08	0:26	13:18	06:30
Nice-Singapour	CM2	11:08	0:26	13:18	7:30
Singapour-Nice	CM1	2:29	16:01	13:32	4:00
Singapour-Nice	CM2	2:29	16:01	13:32	5:45

Tableau 3

Principales caractéristiques des rotations de la campagne de certification de l'A340 (équipage minimum) et durée du sommeil avant les vols. NB : les pilotes des vols retour étaient présents en tant que passager lors des vols aller. Heures GMT.

CM1 : Commandant de bord

CM2 : Copilote

SFO : San Francisco

Vols	Pilotes	Décollage	Atterrissage	Temps de vol	Durée du sommeil
Paris-TPE	CM1	19:12	10:03	14:51	06:45
Paris-TPE	CM2	19:12	10:03	14:51	08:25
Paris-TPE	CM3	19:12	10:03	14:51	08:15
TPE-Paris	CM1	11:08	0:26	13:18	9:00
TPE-Paris	CM2	11:08	0:26	13:18	8:25
TPE-Paris	CM1	2:29	16:01	13:32	10:45
TPE-Paris	CM2	2:29	16:01	13:32	06:50

Rotation AF21

Vols	Pilotes	Décollage	Atterrissage	Temps de vol	Durée du sommeil
Paris-TPE	CM1	19:12	10:03	14:51	09:05
Paris-TPE	CM2	19:12	10:03	14:51	08:45
Paris-TPE	CM3	19:12	10:03	14:51	09:30
Paris-TPE	CM4	19:12	10:03	14:51	07:10
TPE-Paris	CM1	11:08	0:26	13:18	06:40
TPE-Paris	CM2	11:08	0:26	13:18	08:30
TPE-Paris	CM1	2:29	16:01	13:32	09:40
TPE-Paris	CM2	2:29	16:01	13:32	09:15

Rotation AF24

Tableau 4

Principales caractéristiques des deux rotations Paris-Taïpei et durée du sommeil avant les vols. Vols commerciaux sur A340. Heures GMT.

CM1 : Commandant de bord

CM2, CM3, CM4 : Copilotes

TPE : Taïpei

3.2 - Exploitation des données -

Dans un premier temps, une lecture visuelle des tracés EEG a été effectuée. Cette lecture a concerné les phases de montée et de descente de manière à déterminer d'éventuelles modifications dans l'amplitude ou la fréquence des rythmes EEG. Au total, 50 heures de signaux ont été exploitées visuellement. La méthode d'identification des microsommeils utilisée par Graeber (1991) lors de son étude sur la sieste au cockpit a été appliquée. Les résultats confirment ceux obtenus dans nos travaux précédents. Lors des vols de certification, les microsommeils sont fréquents dans la phase finale du vol. Ce phénomène est d'autant plus marqué que les pilotes ont subi des privations de sommeil lors du repos précédant le vol. Le nombre important des microsommeils s'explique par la pression du sommeil résultant à la fois de la privation de sommeil précédant le vol et de la durée de veille importante associée à ces vols effectués sans équipage renforcé. Pour les vols commerciaux Paris-Taïpei, on constate que les survenues de microsommeils sont pratiquement absentes, les pilotes ayant pu dormir correctement avant le vol mais également au cours du vol.

Fait plus intéressant, cette lecture visuelle des tracés EEG a permis de dégager plusieurs tendances qu'il conviendra de vérifier dans la suite des traitements :

- on note pour certains pilotes, une augmentation de l'amplitude du rythme alpha en fin de vol, dans les deux types de rotation,
- il semble par ailleurs que cette modification de l'amplitude du rythme alpha soit simultanée à une apparition plus fréquente du rythme thêta.

En première approche, on peut interpréter ces modifications par la pression du sommeil pour les pilotes en situation de dette de sommeil. Mais comme cette manifestation n'est pas spécifique de ces derniers, on doit poser la question d'une interaction avec l'activité du pilote. Celle-ci est naturellement plus importante dans la fin du vol, lors de préparation de l'atterrissage, et elle suit une longue période de surveillance, ce qui correspond, au sens du modèle descriptif proposé, à un "effort" prolongé puis intense.

D'autres investigations utilisant l'EEG peuvent être envisagées à partir de la comparaison de la puissance spectrale du rythme alpha les Yeux Ouverts (YO) et les Yeux Fermés (YF). Selon Stampi (1995), le rapport de la puissance alpha YF/YO tend à augmenter dans les périodes de somnolence et à diminuer lorsque le niveau d'éveil augmente. En d'autres termes, lorsque le sujet présente un état d'éveil élevé, le rythme alpha augmente à la fermeture des yeux et tend à diminuer à l'ouverture des yeux. Au cours de la somnolence, la tendance s'inverse. Dans le travail de Stampi, la référence retenue pour évaluer la somnolence est le test multiple de latence d'endormissement (*Multiple Sleep Latency Test, MSLT*). Le principe de ce test consiste à demander au sujet, toutes les deux heures d'essayer de s'endormir. Plus la somnolence augmente, plus la latence d'endormissement se réduit.

La méthode de Stampi, dite test d'atténuation de l'alpha, n'a pu être appliquée aux enregistrements décrits ci-dessus car elle nécessite des périodes successives d'enregistrement YO-YF d'au moins 1mn30. Or ces périodes n'ont pas été recueillies systématiquement avant et

après les vols, puisque l'objectif concernait en priorité la détection en continu des hypovigilances et de microsommeils en vol. Cette méthode a néanmoins été utilisée au cours d'une recherche menée avec les contrôleurs aériens (Coblentz et coll., 1996). La figure n°11 montre les valeurs de puissance alpha au cours de périodes YF-YO avant et après une période d'une heure de contrôle aérien. On note après la période de travail une augmentation du rythme alpha à l'ouverture des yeux et une réduction à la fermeture des yeux. Contrairement aux résultats de Stampi, cette manifestation électrophysiologique ne semble pas associée à une augmentation de la somnolence mais davantage à des manifestations de fatigue. En effet, les échelles de fatigue et de somnolence indiquent une réduction de la somnolence et une augmentation de la fatigue. Le test d'atténuation de l'alpha pourrait constituer un bon marqueur de la fatigue liée à la production d'un effort intense. Le test d'atténuation de l'alpha représente donc une voie prometteuse à envisager dans de futures investigations.

4 - CAUSES ET CONSEQUENCES DE LA FATIGUE EN AERONAUTIQUE -

4.1 - Elaboration d'un questionnaire sur la fatigue en aéronautique -

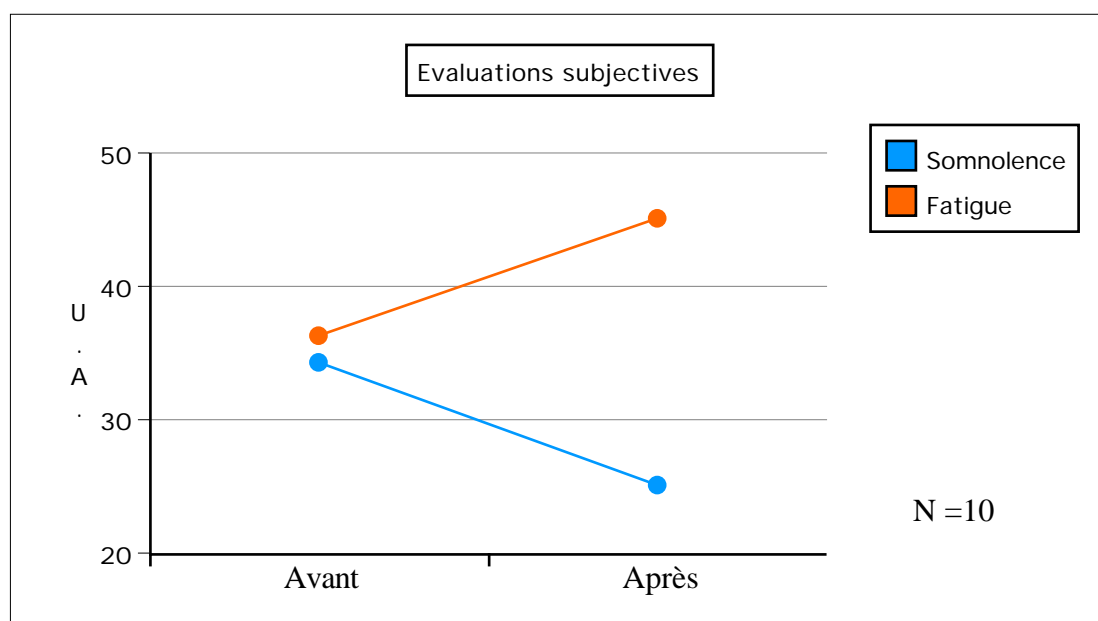
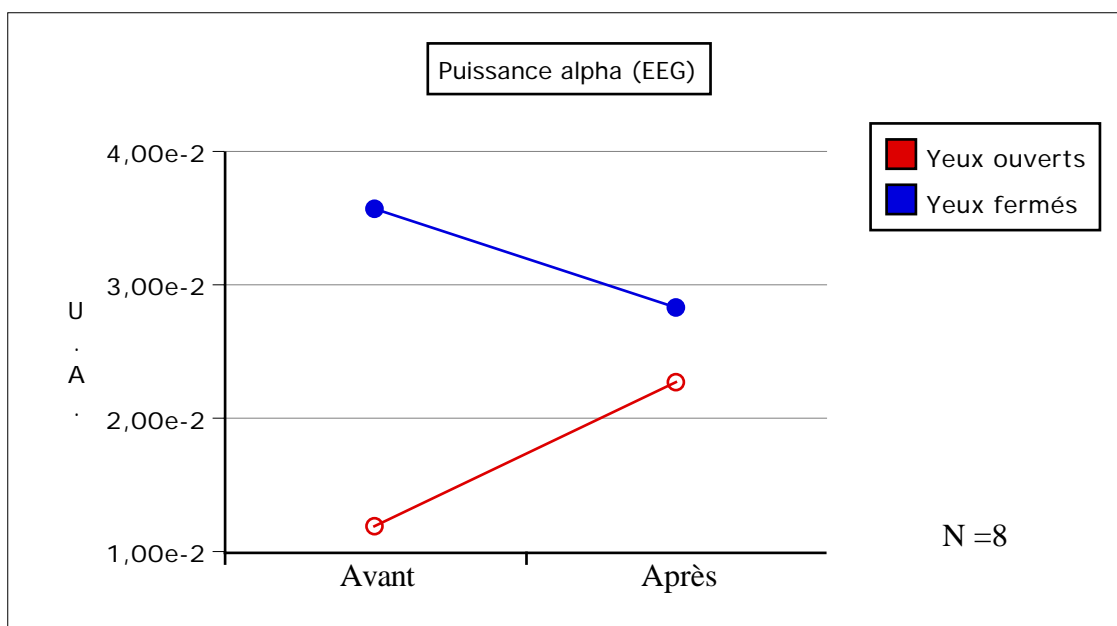
Au cours de cette phase, un questionnaire destiné à appréhender la perception du niveau de fatigue par les pilotes a été élaboré. Les thèmes principaux abordés par ce questionnaire portent sur :

- les rotations les plus fatigantes,
- les tâches les plus sensibles aux effets de la fatigue, par conséquent les plus affectées,
- les principales manifestations de la fatigue, notamment du point de vue des sensations physiques et mentales non directement observables.

Plusieurs versions intermédiaires ont été rédigées et soumises à différents interlocuteurs de l'OCV et d'Air France. Leurs critiques ont permis de faire évoluer le questionnaire tant sur le fond que dans la forme. La version définitive du questionnaire est à présent achevée et présentée en Annexe 1. Cette version comprend 13 questions. Après consultation de l'OCV, il a été retenu que notre enquête serait, a priori, réalisée auprès compagnies suivantes :

- le groupe Air France , comprenant Air Inter,
- les compagnies AOM, Air Liberté et Corsair,
- les compagnies exclusivement court-courriers du type Air Littoral, Régional Air et Brit Air,
- l'Aéropostale.

En procédant de cette manière, on doit disposer d'un échantillon représentatif de l'ensemble des Personnels Navigants Techniques français en termes de rotations et d'organisation du travail. Compte tenu des effectifs de ces compagnies, le questionnaire a été reproduit en 5000 exemplaires par le service reprographie de la DGAC. Les modalités pratiques de distribution de ce document sont abordées dans la poursuite des travaux (voir § 6.1).



U.A. : Unité Arbitraire

	J-1	J
Durée moyenne du sommeil	7:34	5:53

Figure n° 11.

Puissance du rythme alpha de l'EEG et évaluations subjectives de la somnolence et de la fatigue. Données recueillies avant et après une session d'une heure de travail. Les durées moyennes de sommeil dans les deux nuits précédant l'enregistrement sont présentées à titre indicatif.

- Contrôleur aériens -

d'après Coblenz et coll., 1996

4.2 - Les incidents et les accidents liés à la fatigue en aéronautique -

L'une des approches prometteuses pour étudier les différents aspects de la fatigue en aéronautique consiste à analyser des incidents et des accidents.

Il est étonnant de constater que jusqu'à une date très récente, la fatigue n'a pas fait l'objet d'investigations systématiques lors des enquêtes sur les accidents aériens. Ceci a été notamment établi lors de l'interrogation de la base de données du Bureau Enquêtes Accidents (BEA) à partir du mot-clef "fatigue". Les résultats de cette interrogation n'ont fait ressortir que les cas d'une "fatigue", correspondant à une usure matérielle. Nous avons donc procédé à l'établissement d'une liste plus large de critères susceptibles d'être associés au phénomène de fatigue, comprenant notamment les termes de privation de sommeil, repos, temps de vol, conscience de la situation, décalage horaire, inattention, confusion, stress,...et le BEA a retenu notre travail pour compléter ses procédures d'enquête.

Cette liste va être utilisée dans la suite de l'étude pour effectuer des analyses, non plus sur les seuls mots-clefs mais également sur le contenu des textes des rapports d'accidents.

Dans d'autres domaines industriels et dans les transports, la fatigue constitue un facteur dont l'implication est de plus en plus largement reconnue et prise en compte. Dans le transport routier, par exemple, l'assoupissement représente la première cause des accidents mortels (34%). Aux Etats Unis, le National Transport Safety Board (NTSB) a identifié la fatigue comme cause principale de plusieurs accidents maritimes et ferroviaires. La fatigue liée aux rythmes circadiens peut être également suspectée dans plusieurs incidents et accidents survenus dans le domaine nucléaire, puisque ceux-ci ont eu lieu durant la nuit : 4h à Three Miles Island, 1h35 à Oak Harbor, 4h14 à Sacramento ou encore 1h23 à Tchernobyl (cité par Bougrine, 1994).

Le NTSB n'a toutefois recensé à ce jour que 10 accidents aériens pour lesquels la fatigue a été citée comme cause probable. Ce chiffre relativement faible peut être attribué au fait que ce facteur n'est pas systématiquement exploré : la complexité des accidents masque probablement son implication.

Dans ce contexte, comme indiqué ci-dessus, le Laboratoire d'Anthropologie Appliquée collabore avec le BEA afin de développer une méthode d'investigation de la fatigue liée aux dettes de sommeil, applicable aux enquêtes d'accidents aériens (Coblentz et coll., 1993). Cette méthode repose sur l'utilisation de plusieurs questionnaires visant à recueillir un ensemble d'informations relatives à l'équipage telles que l'hygiène alimentaire, la prise de médicaments mais surtout l'emploi du temps réel des équipages concernés et, lorsque cela s'avère possible, les durées et qualités des sommeils dans les jours précédant l'accident sont reconstituées.

5 - MISE EN PLACE D'UNE METHODE D'ANALYSE DU COMPORTEMENT DES PILOTES LORS DE ROTATIONS FATIGANTES

5.1 - Choix de la rotation -

Les contacts avec des responsables de l'OCV ont permis d'identifier les types de rotation à étudier dans la première phase de ce travail. Il a été retenu, pour cette première phase, des rotations comprenant des repos courts, de l'ordre de 12 heures, réputées les plus fatigantes. Cette situation "extrême" présente l'avantage de permettre une évaluation des outils retenus (questionnaires et échelles de fatigue). En accord avec l'OCV une rotation sur Bangui, correspondant à cette situation, a été choisie. La participation des observateurs du Laboratoire à cette rotation était programmée au mois de mai. Les événements survenus en Centre Afrique à cette époque ont conduit à l'annulation des vols et à un décalage dans le programme de travail. Néanmoins une autre rotation répondant aux critères cités a pu être réalisée le 30 mai 1996. Cette rotation s'est déroulée sur 2 jours, entre Paris et Nairobi, avec les horaires suivants (temps universel) :

- Paris-Orly (17:01) -Tunis (18:56) en vol cargo,
- escale technique à Tunis : 1 heure,
- Tunis (21:10) - Nairobi (03:37) en vol cargo,
- escale : environ 12 heures (en excluant le trajet hôtel-aéroport et la préparation du vol),
- Nairobi (20:00)-Paris CDG (04:08) en vol avec passagers.

Les vols aller et retour ont été effectués en Boeing 747-200 avec le même équipage (PEQ3).

Cette rotation diffère sur beaucoup d'aspects de la plupart de celles étudiées dans le contexte de la vigilance des pilotes de vols long-courriers. Elle se caractérise par :

- un vol aller en deux étapes, dont une étape moyen-courrier (Paris - Tunis),
- un avion avec un faible niveau d'automatisation (B747-200),
- un repos très court à l'escale (environ 12 heures).

5.2 - Déroulement de la rotation et évaluations réalisées -

Deux représentants du LAA ont participé à cette rotation. L'équipage de la rotation a été informé des objectifs précis de cette recherche à la fin de la préparation du vol à Orly. Il a été convenu avec eux qu'au moins l'un des deux observateurs serait présent dans le cockpit tout au long du vol et que des questionnaires leur seraient soumis à intervalles réguliers. Néanmoins, pour cette première rotation, il s'agissait essentiellement d'effectuer une observation destinée à identifier des paramètres pertinents et à tester la faisabilité de la méthode. C'est pourquoi l'ensemble des questionnaires n'a pas été rempli, notamment lors de la première partie du vol entre Paris et Tunis.

Pour chacun des trois membres d'équipage, on disposait d'un livret constitué de deux questionnaires, déjà utilisés dans notre travail sur l'hypovigilance :

- le questionnaire de Horne et Osteberg pour déterminer la tendance du matin ou du soir, rempli une seule fois,
- un agenda de sommeil destiné à recueillir la durée et la qualité du sommeil de la nuit précédant la rotation.

Ensuite on proposait à l'équipage une série de trois questionnaires (Annexe 2) :

- échelles analogiques de fatigue et de somnolence,
- questionnaire de manifestations de la fatigue portant sur la fatigue physique, mentale et l'humeur,
- évaluation de la charge de travail : NASA-TLX. Ce questionnaire présente l'avantage d'avoir été validé dans de nombreuses recherches et d'être parfaitement adapté au contexte aéronautique. Il comprend 6 échelles :
 - l'exigence mentale de la tâche,
 - l'exigence physique de la tâche,
 - la pression temporelle,
 - l'auto-évaluation de la performance,
 - l'effort et le niveau de frustration.

A ces 6 échelles, a été ajoutée une échelle analogique de pénibilité de manière à évaluer la difficulté globale ressentie par les pilotes lors des différentes phases de vol.

Ces trois questionnaires sont reproduits en plusieurs exemplaires de manière à être soumis à l'équipage au cours de différentes phases du vol :

- avant le décollage,
- au début de la croisière,
- au milieu de la croisière,
- à la fin de la croisière,
- après l'atterrissage.

Afin d'étudier la récupération de la fatigue lors des deux journées de repos suivant la rotation, un livret complémentaire comprenant les échelles analogiques, le questionnaire de manifestations de la fatigue et l'agenda de sommeil a été remis à l'équipage à la fin de la rotation, en leur demandant de le remplir :

- au coucher,
- au lever,
- 2 heures après le lever,
- 4 heures après le lever.

5.3 - Résultats -

L'analyse a été centrée sur les données recueillies à l'aide des échelles analogiques, du questionnaire concernant les manifestations de la fatigue et des échelles de la NASA-TLX. Les échelles analogiques permettent d'obtenir une évaluation globale des sensations de fatigue et de somnolence tandis que le questionnaire apporte une appréciation plus spécifique relative à la fatigue physique, mentale et aux troubles de l'humeur. Les échelles de la NASA-TLX rendent compte de l'auto-évaluation par les pilotes de leur charge de travail, de leurs performances et de la pénibilité des différentes phases du vol. Pour l'ensemble de ces aspects, l'examen des données individuelles montre un certain nombre de similitudes. Afin d'en faciliter l'interprétation, nous nous sommes autorisés à regrouper les résultats des 3 pilotes, en mentionnant toutefois les divergences lorsque celles-ci sont marquées.

Les données moyennes concernant les échelles analogiques de fatigue et de somnolence remplies au cours des trois vols sont présentés sur la figure n°12. Bien que ces données ne portent que sur un échantillon restreint, on constate des tendances très marquées liées probablement au caractère particulièrement éprouvant de cette rotation.

On note ainsi une augmentation parallèle des sensations de fatigue et de somnolence dans la première partie des vols Tunis-Nairobi et Nairobi-Paris. Mais, à partir de la fin de la croisière (CR3) soit environ 1 à 2 heures avant l'atterrissage, on remarque une dissociation entre ces deux sensations. La fatigue continue à augmenter tandis que la somnolence diminue. Cette diminution de la somnolence semble paradoxale. En effet, les deux vols se déroulent la nuit et leurs fins concordent avec une plage horaire caractérisée physiologiquement par une forte somnolence, c'est-à-dire vers 3-4 h. La réduction du niveau de somnolence pourrait être attribuée à la stimulation inhérente à la fin du vol. La phase d'approche est en effet caractérisée par une augmentation de la charge de travail. On observe cette même dissociation entre fatigue et somnolence chez les contrôleurs de la navigation aérienne (cf. figure n°11) après une phase active de contrôle, en dépit de la dette de sommeil liée aux horaires de travail. Il s'agit donc d'un phénomène qui mérite d'être retenu pour une analyse plus complète.

Ce premier résultat confirme qu'il existe une distinction assez nette entre fatigue et somnolence, cette distinction étant faite par chaque membre de l'équipage.

Au cours de la première journée de récupération après la rotation, on observe des sensations de fatigue et de somnolence très élevées au coucher, c'est-à-dire aux alentours de 22 h, soit 16 heures après l'atterrissage. Ces sensations élevées s'expliquent par le cumul de trois facteurs : dette de sommeil durant l'escale à Nairobi, nuit blanche correspondant au vol et durée de veille importante. Au réveil, le niveau de fatigue reste élevé alors que la somnolence diminue. Cette fatigue résiduelle importante témoigne d'une récupération insuffisante malgré la durée moyenne élevée de sommeil (environ 10 heures). Le niveau relativement faible de somnolence, quant à lui, peut s'attribuer à la nature spontanée du réveil. Ce phénomène est fréquemment observé dans diverses situations de travail posté, telles que le contrôle aérien et la patrouille sur

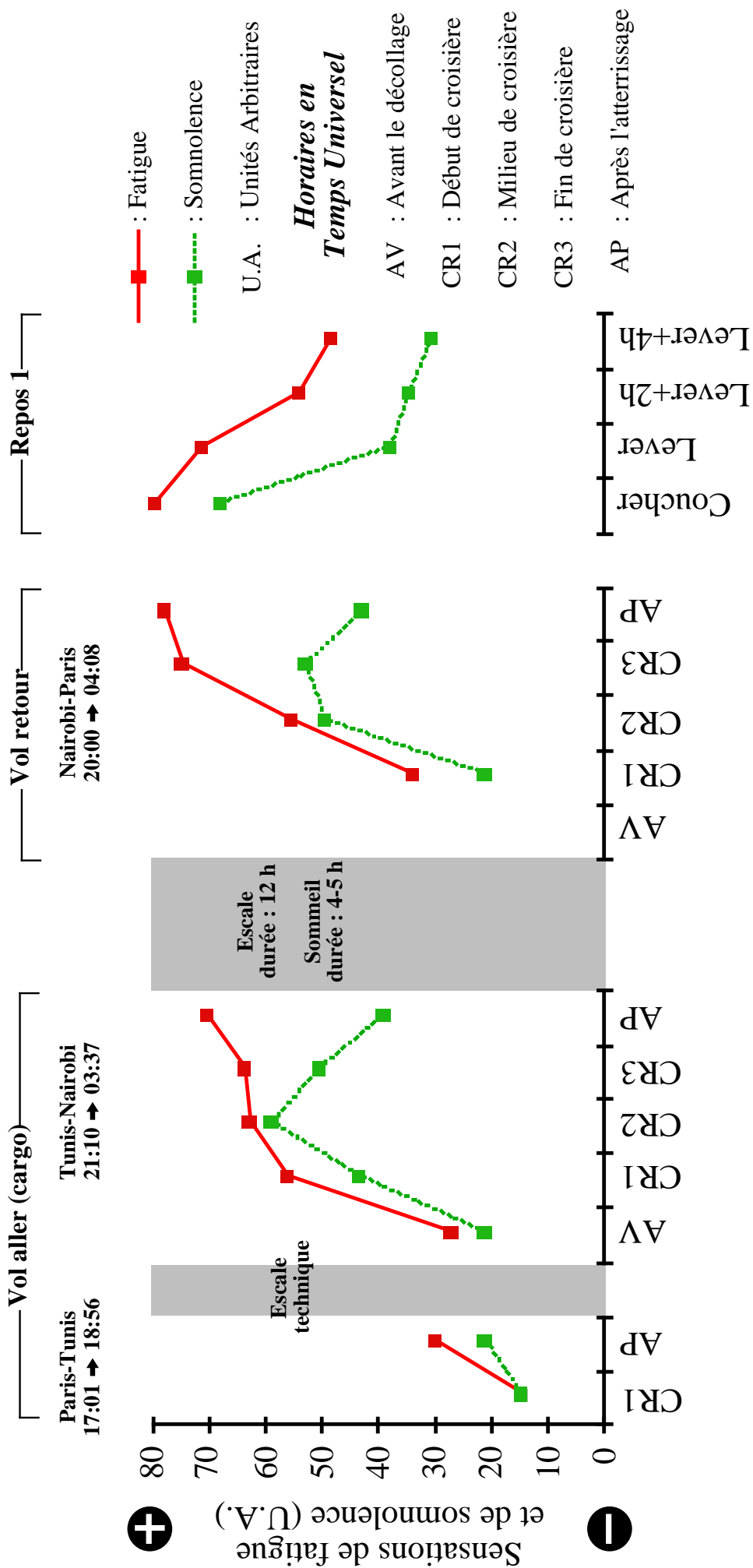


Figure n° 12 : Evolution des sensations de fatigue et de somnolence au cours de la rotation et du premier repos - résultats moyens pour un équipage -

autoroute (Coblentz et coll. 1996). Durant la journée, on note une réduction progressive et parallèle de la fatigue et de la somnolence. Néanmoins, les valeurs observées 4 heures après le lever, lors de la première journée de repos consécutive à la rotation, restent à un niveau supérieur à celui évalué au début de la rotation. Ceci indique que la récupération n'est pas totale environ 24 heures après la fin de la rotation.

Pour ce qui concerne les manifestations de la fatigue, on constate (figure n° 13) que celles liées à l'humeur et à la fatigue mentale se révèlent prédominantes dès le deuxième vol de la rotation (Tunis-Nairobi).

Les troubles de l'humeur présentent une augmentation très nette dans la première partie des vols Tunis-Nairobi et Nairobi-Paris. Le profil de l'évolution de l'humeur rappelle celui de la sensation de somnolence (cf. figure n° 13). Des données issues de l'observation durant le vol confirment cette évolution parallèle de la somnolence et de l'humeur. Les pics de somnolence et la dégradation de l'humeur s'avèrent en effet caractérisés par une expression fermée au niveau du visage des pilotes, marquant nettement un détachement vis-à-vis de l'environnement, un repli sur soi, phénomène corroboré par la diminution des échanges entre les pilotes. A partir de la fin de la croisière, l'humeur tend à s'améliorer. Ici encore, on peut observer une évolution parallèle entre la diminution des troubles de l'humeur et celle de la somnolence. L'amélioration de l'humeur s'explique probablement par un effet "fin de vol" caractérisé par la perspective du repos mais également par une rupture de la lutte du pilote contre la somnolence. Dans le contexte de ces vols, on constate donc l'existence d'un lien entre charge de travail élevée, une baisse de la somnolence et une amélioration de l'humeur.

Les manifestations de la fatigue physique (figure n° 13) présentent des valeurs peu élevées. Toutefois, deux tendances peuvent être mentionnées. En premier lieu, les principales douleurs exprimées semblent liées au maintien de la posture (dos, nuque et jambes), particulièrement pour les membres d'équipage les plus âgés. En second lieu, l'aspect sensoriel est évoqué par les pilotes de manière homogène au travers de picotements au niveau des yeux. La sollicitation importante des yeux des pilotes amenés à travailler sur de nombreuses interfaces peut expliquer ces picotements, surtout en ambiance sèche.

L'analyse des données relatives à la fatigue mentale (figure n° 13) fait ressortir une forte augmentation dès le milieu de la croisière (CR2) des vols Tunis-Nairobi et Nairobi-Paris. Les aspects évoqués par les pilotes manifestent un certain ralentissement de l'efficacité : lenteur dans la compréhension et dans l'action, tendance générale à faire un peu plus d'oublis, manque de concentration et périodes d'inattention.

Comme nous l'avons observé précédemment, la fin de ces mêmes vols (à partir de CR3) s'avère également caractérisée par un niveau élevé de fatigue. Cette fatigue, même si elle semble ressentie comme diffuse, s'exprime donc davantage en termes de manifestations mentales et de perturbations de l'humeur plutôt qu'en symptômes physiques.

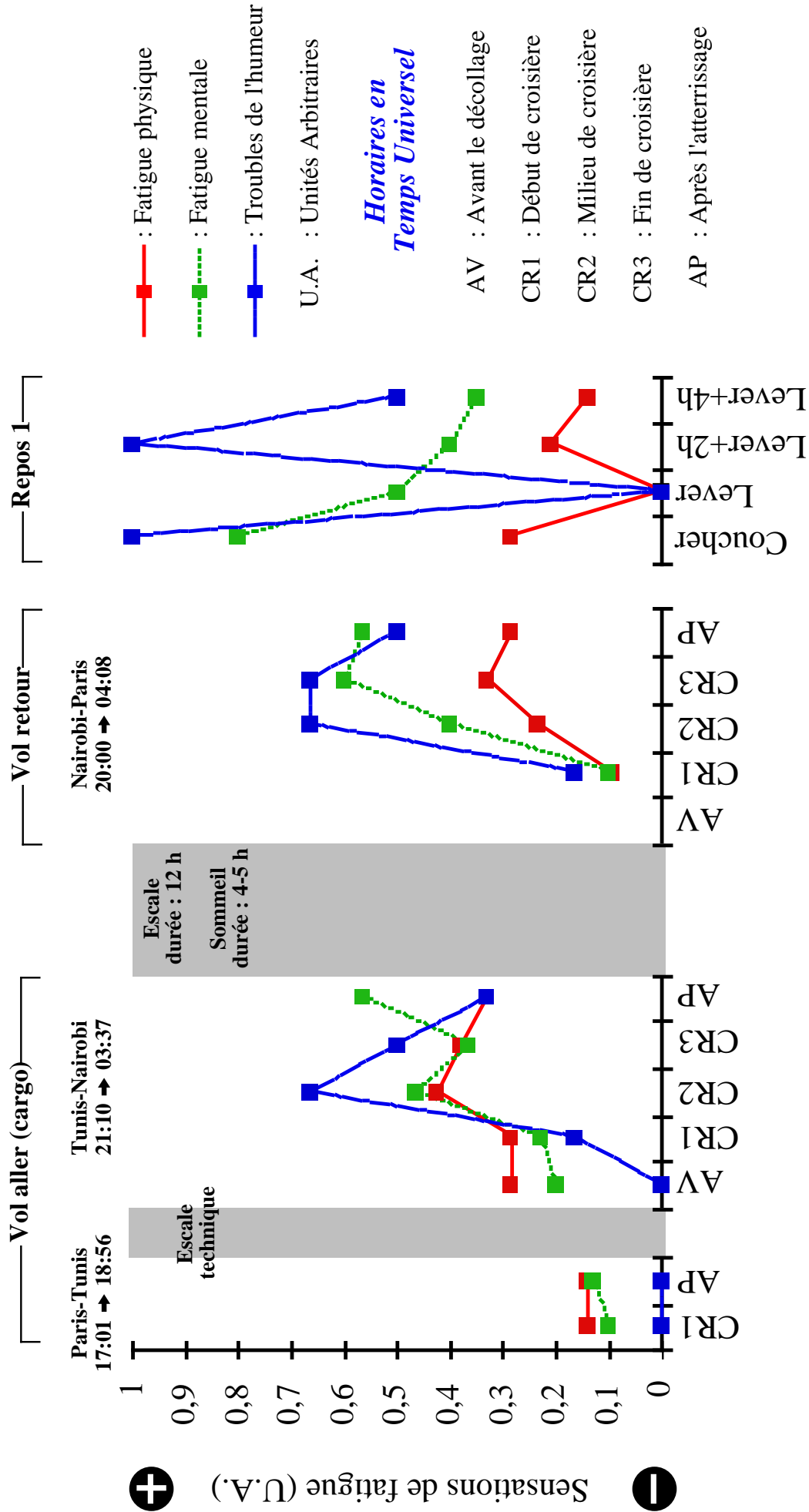


Figure n° 13 :
 Evolution des sensations de fatigue au cours de la rotation et du premier repos
 - résultats moyens pour un équipage -

Les résultats concernant la charge de travail ont été exploités séparément de ceux relatifs à l'auto-évaluation de la performance et à la pénibilité (figure n°14).

L'auto-évaluation de la performance indique des valeurs élevées lors des phases de préparation du vol, de décollage et d'atterrissage et présente des valeurs moyennes lors des phases de croisière. En d'autres termes, les pilotes estiment leurs performances bonnes lors des phases critiques du vol et moyennes pendant la croisière. L'évaluation de la charge de travail ressentie s'avère faible, avec toutefois une augmentation liée à l'atterrissage pour les vols Tunis-Nairobi et Nairobi-Paris. La pénibilité, quant à elle, tend à augmenter progressivement au cours du vol pour atteindre un maximum en fin de vol. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ces résultats :

- la faible charge de travail ressentie reflète les bonnes conditions dans lesquelles s'est déroulé le vol (aucun événement majeur observé pour la météo, le trafic...),
- l'augmentation de la charge de travail et de la pénibilité en fin des vols de nuit peut exprimer l'effort fourni compte tenu de la dette de sommeil accumulée, de la durée et de la plage horaire de ces vols,
- les valeurs élevées de l'auto-évaluation de la performance en fin de vol refléteraient la satisfaction liée à une bonne adaptation aux exigences de la tâche (atterrissage réussi) en dépit de la pénibilité. Par ailleurs, il semblerait que le niveau d'activité, plus important durant les phases critiques de décollage et d'atterrissage que pendant la croisière, contribue à cette satisfaction.

Dans le contexte de cette première rotation étudiée, on note une relation entre la charge de travail, la pénibilité et la fatigue : plus le niveau de fatigue augmente, plus la charge de travail et la pénibilité s'avèrent élevées.

Ces résultats préliminaires confirment l'intérêt et la sensibilité des outils utilisés. Les évaluations obtenues à partir des échelles analogiques présentent des variations importantes, reproductibles d'un vol à l'autre et permettent de dissocier la somnolence et la fatigue. Sur le plan des manifestations de la fatigue, on constate également des différences sur le plan physique, mental et de l'humeur. Ces résultats présentent à la fois un intérêt théorique et pratique qu'il conviendra d'approfondir dans la perspective de l'évolution du modèle.

Pour cela, il faudra bien entendu interpréter ces données à la lumière de la synthèse bibliographique réalisée. **Cette interprétation demeure prématurée dans la mesure où il ne s'agit ici que de résultats préliminaires ne portant que sur un très faible échantillon.** Rappelons que l'objectif de ces premiers vols concernait la mise en place d'une méthode et la validation des outils retenus. Ce premier recueil a déjà permis d'identifier certains aspects à améliorer. À partir de ce constat, des modifications et des ajouts ont été apportés aux questionnaires. Ces modifications sont abordées plus loin (voir § 6.2).

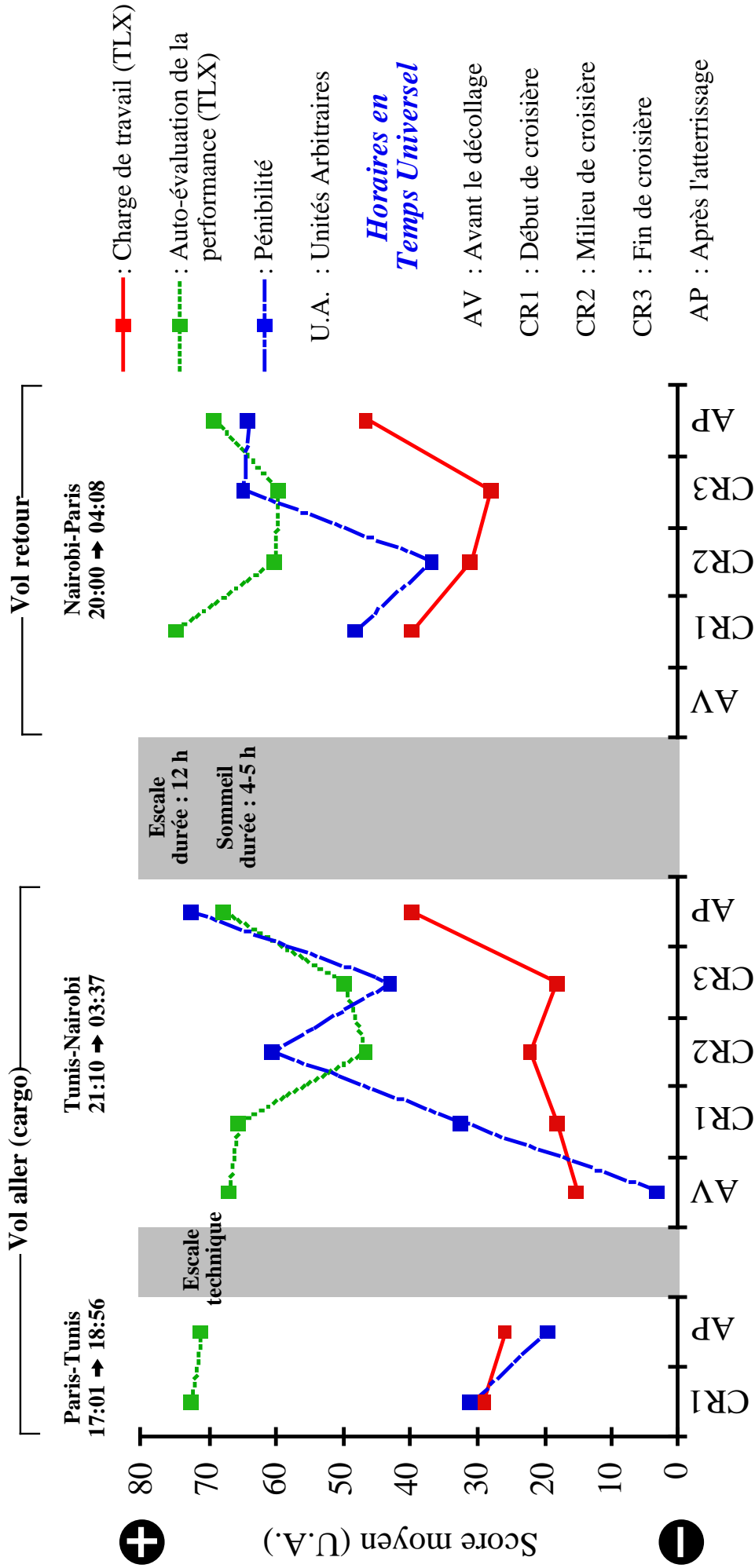


Figure n° 14 :
Variation des évaluations subjectives au cours de la rotation
- résultats moyens pour un équipage -

6 - CONCLUSIONS ET PROGRAMME DE TRAVAIL POUR LA PHASE II -

La démarche proposée pour la suite des travaux s'articule autour de trois axes complémentaires :

- exploitation des questionnaires relatifs à la fatigue en aéronautique,
- mise en place d'une analyse du comportement de l'équipage au cours des vols,
- approches en laboratoire quant aux manifestations de la fatigue.

6.1 - Exploitation des questionnaires -

Rappelons que ces questionnaires doivent être distribués à environ 5000 Personnels Navigants Techniques de différentes compagnies françaises. Afin d'amorcer cette démarche, une note d'information présentant les travaux antérieurs du LAA et les objectifs de l'étude en cours va être soumise à l'OCV qui doit se charger d'informer les organisations syndicales. Cette note d'information est présentée en Annexe 3.

L'exploitation des questionnaires sera menée de manière à faire ressortir les aspects suivants :

- principaux facteurs susceptibles de générer la fatigue en aéronautique,
- catégories de rotations vécues comme les plus fatigantes selon la nature des vols : long-courriers, moyens-courriers ou court-courriers,...
- manifestations de la fatigue en fonction des types de rotations étudiées,
- impact de ces manifestations sur la performance en vol,
- stratégies les plus couramment adoptées pour lutter contre la fatigue.

Pour ce qui concerne les modalités pratiques de diffusion du questionnaire, 5000 enveloppes et étiquettes à l'adresse du Laboratoire vont être fournies par le LAA.

Compte tenu des pourcentages de retour que nous avons obtenus dans nos études précédentes, de l'ordre de 40 à 50 %, on espère disposer d'un échantillon significatif. Si cette estimation se trouve vérifiée, le volume des données à exploiter s'annonce très important. La nécessité d'obtenir le plus rapidement possible des résultats conduira probablement à envisager, dans cette deuxième phase, un traitement partiel préliminaire des données sur un sous-échantillon. Celui-ci sera constitué de manière à être le plus représentatif possible de l'échantillon initial, en termes de distribution de la population. Le traitement de l'ensemble des données sera réalisé au cours de la phase III de la recherche.

Les informations propres aux pilotes ayant répondu à ce questionnaire vont permettre de qualifier l'échantillon (âge, fonction occupée, expérience en tant que pilote de ligne,...). Il sera ainsi possible de mettre en évidence et d'interpréter d'éventuelles différences individuelles concernant les facteurs mentionnés ci-dessus et, pourquoi pas, d'en déduire un modèle individuel de la fatigue.

Après vérification et codage, les informations contenues dans les questionnaires seront intégrées dans une base de données. Un masque de saisie a été créé sous le logiciel SPHINX PLUS (version F2.08), logiciel de traitement de données utilisé dans les enquêtes d'opinion. L'analyse des données sera a priori réalisée à l'aide des outils statistiques suivants :

- analyse des correspondances multiples,
- analyse en composantes principales,
- tris croisés entre deux variables,
- tris à plat entre les différentes modalités de chaque variable.

6.2 - Mise en place d'une méthode d'analyse du comportement de l'équipage lors de rotations fatigantes -

6.2.1 - Observations en vol -

Au cours de cette phase, une méthode d'analyse du comportement de l'équipage sera appliquée pour différentes rotations. Elle va prendre en considération les données de la littérature ainsi que les premiers résultats issus de l'analyse des questionnaires. A priori, cette observation va retenir quatre aspects essentiels de l'activité des pilotes :

- la planification,
- les prises de décision,
- la conscience de la situation,
- les communications à l'intérieur du cockpit et vers le contrôle aérien : fréquence, durée, qualité, ...

Nous devons essentiellement nous attacher à identifier les comportements observables se rapportant à chacun de ces aspects. Une grille d'observation spécifique sera ensuite développée pour intégration au système ADL (Aircrew Data Logging).

6.2.2 - Evaluations subjectives -

Des évaluations subjectives viennent compléter les observations. Elles seront obtenues à partir de questionnaires présentés avant la rotation, pendant la rotation et après la rotation. Ces questionnaires sont regroupés séparément dans trois livrets (annexe 4).

6.2.2.1- Avant le vol (annexe 4.1)

L'évolution des données subjectives recueillies au cours du vol doit être étalonnée par rapport à un état initial. C'est pourquoi, afin de constituer cette référence indispensable à toute interprétation, il sera demandé aux différents membres des équipages de remplir :

- un questionnaire portant sur des informations générales : situation matrimoniale, nombre d'enfants, lieu d'habitation principale, hygiène alimentaire,

- le questionnaire de Horne et Osteberg afin de déterminer le type matin-soir,
- deux agendas de sommeil et d'activité afin de caractériser le rythme veille-sommeil dans les deux jours qui précèdent la rotation et de contrôler l'impact de la durée du sommeil sur la fatigue en vol,
- le questionnaire général sur la fatigue afin d'évaluer l'opinion de chaque pilote quant à ce phénomène.

On doit disposer ainsi d'informations permettant d'étudier une éventuelle sensibilité individuelle à la fatigue.

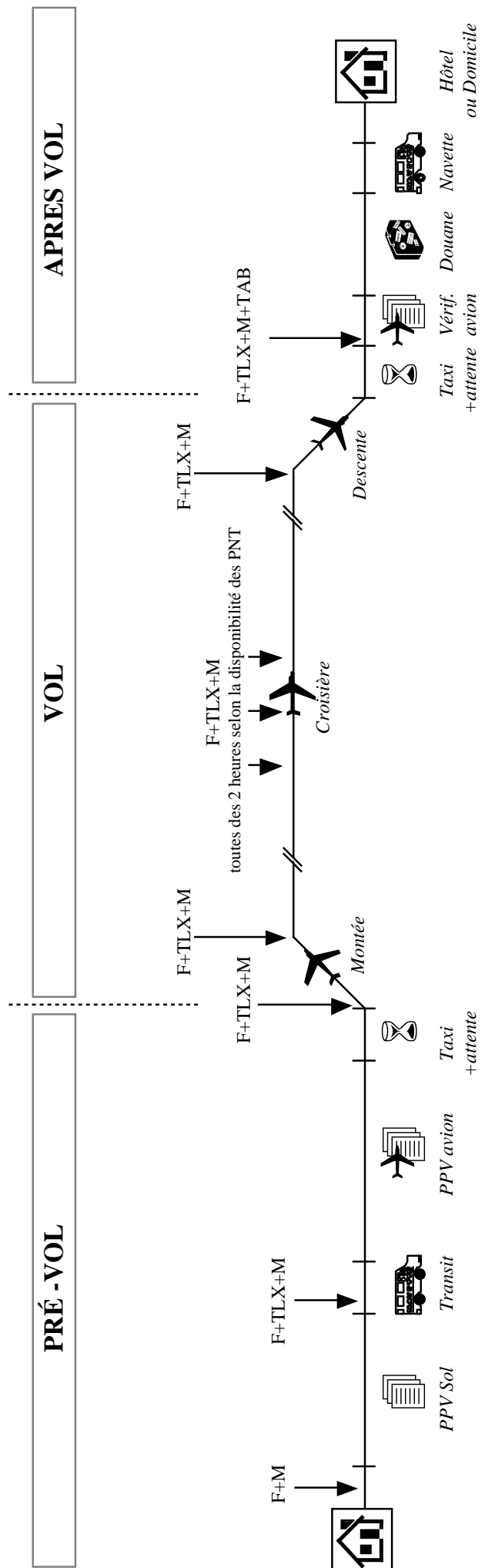
6.2.2.2- *Pendant le vol* (annexe 4.2)

Au cours des vols, les questionnaires proposés sont en partie ceux utilisés lors de la première rotation (cf § 5.2) :

- des échelles analogiques de fatigue, de somnolence,
- un questionnaire portant sur les manifestations de la fatigue. Le questionnaire, déjà utilisé lors de la première rotation Paris-Nairobi, a été modifié. Des items supplémentaires ont été ajoutés concernant notamment les manifestations relatives à l'humeur. Par ailleurs, l'échelle d'évaluation qui comportait 3 degrés (pas du tout, un peu, beaucoup) dans l'ancienne version a été rendue plus précise et comprend à présent 5 degrés : aucun, faible, moyen, élevé, très élevé,
- les échelles de charge de travail de la NASA Task Load index. A la fin du vol, on demande en plus à l'équipage de remplir un tableau récapitulatif en évaluant pour chaque phase de vol le degré d'importance des 6 dimensions,
- enfin le test dit du mannequin permet de localiser les zones corporelles douloureuses. Cette évaluation supplémentaire est apparue nécessaire à l'issue de la rotation Paris-Nairobi au cours de laquelle on a noté de fréquents ajustements posturaux pouvant être attribués à l'apparition de signes de fatigue physique. Cette évaluation permettra d'appréhender les manifestations de fatigue liées au maintien prolongé de la posture assise.

Ces questionnaires seront présentés à différentes étapes du vol identifiées sur la figure n°15. Cette chronologie de présentation des questionnaires sera remise à l'équipage dans les jours précédant la rotation.

De manière à faciliter l'analyse des rotations étudiées, le recueil des évaluations subjectives sera, à terme, réalisé directement sur un PC portable. En procédant ainsi, les évolutions de la fatigue et de la charge de travail seront disponibles dès la fin du vol et pourront servir de support à un entretien réalisé avec l'équipage. Cet entretien doit se dérouler rapidement et être très bref afin de ne pas amputer les périodes de repos de l'équipage, tant à l'escale que lors du retour à la base. Il doit permettre l'interprétation d'éventuelles modifications du comportement des pilotes, en relation avec les variations des indicateurs subjectifs de fatigue et de la charge de travail.



F : Evaluation de la Fatigue (échelles analogiques + questionnaire sur les manifestations)

M : Test du Mannequin

TLX : Evaluation des sollicitations de la tâche (Task Load index)

TAB : Tableau de synthèse TLX

⬇ : La durée nécessaire à chaque recueil est estimée à 2 ou 3 minutes

Figure n° 15 : Chronologie de la présentation des questionnaires au cours des différentes phases du vol.

6.2.2.3 - *Après le vol* (annexe 4.2)

La question de la récupération de la fatigue sera également abordée lors de l'étude de ces rotations. Dans les heures qui suivront la fin du vol (à l'escale et à la base), il sera demandé à chaque membre de l'équipage de remplir des échelles de fatigue au coucher, au lever, et de manière périodique, lors des phases de veille. Les données ainsi recueillies doivent permettre de suivre l'évolution du niveau de fatigue au cours de la période de récupération. Ces échelles ont déjà été utilisées en donnant d'excellents résultats pour l'étude des survenues de fatigue des contrôleurs du trafic aérien civil.

Suivant la même démarche, lorsque cela s'avérera possible, il sera réalisé pour chaque pilote une analyse de la grille de service du mois précédent ; ceci dans le but d'appréhender la notion d'accumulation de la fatigue en relation avec des privations répétées de sommeil, des décalages horaires fréquents, des rotations réputées difficiles ou organisées de façon inadéquate en regard des connaissances actuelles en chronobiologie.

A priori, ces observations seront réalisées dans un premier temps sur 2 à 3 types de rotations différentes, choisies, en accord avec l'OCV, après une première exploitation des questionnaires de fatigue. Pour chacune de ces rotations, les observations porteront sur 4 à 6 vols avec différents équipages.

6.3 - Approches de laboratoire -

Ces approches de laboratoire visent à préciser plusieurs aspects de la fatigue qui nécessitent des situations bien contrôlées et des protocoles expérimentaux rigoureux. Elles vont permettre de préciser les aspects étudiés lors des observations en vols réels.

Le premier concerne l'impact d'une charge mentale très élevée sur les sensations de fatigue. En d'autres termes, on cherche à déterminer si un effort mental intense, même sur de courtes durées, est susceptible d'entraîner un état de fatigue se traduisant par des modifications sur les plans subjectifs et objectifs.

Dans un premier temps, les expérimentations vont tenter de déterminer les conditions dans lesquelles une tâche mentale donnée peut générer des manifestations de fatigue. Le LAA dispose de tests standardisés développés dans le contexte aéronautique par un groupe de travail de l'AGARD (batterie STRES). Lors d'expérimentations préliminaires, il a été constaté que certains de ces tests sont susceptibles de provoquer assez rapidement des manifestations subjectives de fatigue. C'est le cas notamment de la tâche de raisonnement logique qui nécessite une attention très soutenue. Les expérimentations proposées dans cette phase visent à déterminer les conditions dans lesquelles la fatigue peut se manifester : durée et difficulté de la tâche, pression temporelle,...

Les manifestations de la fatigue vont être étudiées à partir des indicateurs suivants :

- physiologiques : électro-encéphalogramme (EEG), électro-oculogramme (EOG), électrocardiogramme (ECG). Ces indicateurs, utilisés lors des travaux antérieurs sur les vols long-courriers permettent d'évaluer les variations du niveau d'éveil qui constituent l'une des manifestations de la fatigue,
- indices de performance par l'analyse des réponses aux tests : temps de réponse, erreurs, omissions mais également stratégies mises en oeuvre pour répondre,
- subjectifs : échelles de fatigue et de somnolence, effort mental (NASA TLX), pénibilité d'une phase de vol,
- éventuellement, biochimiques : variations du taux des catécholamines dosées dans les urines. L'analyse bibliographique suggère en effet que certains neuromédiateurs tels que la noradrénaline ou l'adrénaline peuvent constituer des indicateurs de la fatigue liée à un effort mental.

Les répercussions de la fatigue sur les performances mentales seront évaluées sur la tâche principale, a priori le raisonnement logique, mais également sur des tâches réalisées immédiatement après l'exécution de cette tâche supposée fatigante. De manière à concevoir des situations relevant du contexte aéronautique, une tâche de sélection de fréquences radio a d'ores et déjà été développée au Laboratoire. Les réponses sont recueillies par l'intermédiaire d'un potentiomètre, d'un bouton et d'un magnétophone. Les fréquences sélectionnées s'affichent sur un écran d'ordinateur. On présente de manière orale un indicatif suivi d'une fréquence radio. La consigne donnée au sujet consiste à répéter ces deux informations puis à sélectionner la fréquence à l'aide du potentiomètre. Le sujet doit ensuite valider cette fréquence en pressant le bouton. Les paramètres recueillis permettent de contrôler à la fois la précision de l'action motrice, la stratégie utilisée pour parvenir à la fréquence ainsi que la rapidité de cette sélection. L'enregistrement audio des réponses du sujet est quant à lui utilisé pour distinguer les erreurs de compréhension (message répété erroné par rapport à celui annoncé) des erreurs de sélection (fréquence sélectionnée différente de celle demandée et correctement répétée par le pilote).

Ainsi, la confrontation entre le message compris par le sujet et la fréquence sélectionnée doit permettre de déterminer l'impact de la fatigue non seulement sur la précision motrice mais également sur la compréhension du message et le temps d'exécution.

Lors de ces expérimentations, plusieurs facteurs vont être étudiés :

- la maîtrise de la tâche. Toute situation nouvelle, a fortiori un test de performance, nécessite, pour qu'un sujet atteigne un niveau satisfaisant de maîtrise, une phase d'adaptation ou d'apprentissage. Sur le plan cognitif, cette phase correspond au passage de processus dits contrôlés nécessitant de l'effort et de l'attention, à des processus dits automatiques. Ces derniers requièrent moins d'attention et d'effort de la part du sujet. On peut émettre l'hypothèse que, lorsque le sujet ne maîtrise pas encore complètement la tâche, l'effort qui lui est demandé génère plus de fatigue. Cette hypothèse devra être vérifiée lors des phases d'apprentissage,

- la pression temporelle inhérente à la réalisation de la tâche. Certaines tâches demeurent relativement simples lorsque l'opérateur possède un délai suffisant pour répondre. Lorsque ce délai diminue, l'effort qu'il doit fournir augmente. Cet aspect constitue d'ailleurs l'une des dimensions évaluées par la TLX. Dans les tests décrits ci-dessus, on se propose de faire varier le délai de réponse alloué au sujet pour déterminer son impact sur l'effort et la fatigue éventuelle en résultant,
- la réalisation d'une tâche non planifiée. En aéronautique comme dans d'autres domaines, l'opérateur peut parfois se trouver confronté à des tâches non initialement prévues dans son emploi du temps. Ces événements imprévus vont éventuellement se traduire par un état de stress pour l'opérateur qui n'a pu anticiper et se préparer à cette charge de travail supplémentaire. A titre d'exemple cette situation a pu être observée lors de l'accident de Guantanamo Bay (rapport NTSB/AAR-94/04) dans lequel la fatigue a été évoquée comme l'une des causes probables.

D'autres facteurs tels que la durée du sommeil dans la nuit qui précède l'expérimentation pourront faire l'objet d'investigations dans une phase ultérieure. Dans un premier temps, il est proposé que ces expérimentations soient réalisées avec des sujets non privés de sommeil, ceci afin de ne pas cumuler l'impact de plusieurs facteurs. De cette manière, on disposera de références qu'il sera possible de comparer ultérieurement avec les résultats obtenus pour des expérimentations réalisées avec des privations de sommeil, plus ou moins importantes.

Pour cette phase, on envisage de réaliser ces expérimentations sur un échantillon de 6 à 8 sujets, ayant de préférence la qualification de pilote.

6.4 - Résultats attendus -

Les résultats attendus à l'issue de cette phase concernent :

- l'identification des principaux facteurs favorisant l'apparition de la fatigue en aéronautique,
- une classification des manifestations de la fatigue,
- la relation entre l'effort mental et les manifestations de la fatigue,
- l'impact de la fatigue sur les performances mentales,
- le temps nécessaire à la phase de récupération.

Ces résultats vont permettre de faire évoluer la version du modèle présenté dans ce rapport.

7 - PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES RECENTES DU LAA SUR LE THEME "VIGILANCE, SOMMEIL ET FATIGUE EN AERONAUTIQUE"

BOUGRINE (S.) ; CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.).- Modélisation de la fatigue en aéronautique.- Paper presented at the International Congress on Aviation and Space Medicine, Londres, October 22-26 1995.

COBLENTZ (A.) ; CABON (P.).- Effets de la monotonie et de l'organisation des horaires de travail sur la vigilance et la performance des opérateurs.- Paris : Editions Techniques, 1994.- 8 p.- Encyclopédie Médico-Chirurgicale : Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-784-A-10).

COBLENTZ (A.) ; CABON (P.) ; MOLLARD (R.).- Prévention de l'hypovigilance et gestion des cycles activité-repos.- In : Briefings. un cours sur les facteurs humains pour les pilotes. Manuel de référence / R. Amalberti dir.- Bobigny : Dédale, 1994.- pp. 206-213.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; FOUILLOT (J.P.) ; BENAOUZIA (M.) ; SPEYER (J.J.).- Human vigilance and sleep-wake cycle during long-haul flights.- In : Proceedings of the XIth International Symposium on Night and Shiftwork, Melbourne (Australia), 8-13 Février 1994.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; FOUILLOT (J.P.) ; BENAOUZIA (M.) ; SPEYER (J.J.).- Prévention de l'hypovigilance et gestion des repos des pilotes d'avions long-courriers.- Communication à la Journée Scientifique des Saints-Pères, Paris, 13 Juin 1994.

CABON (P.) ; FOUILLOT (J.P.).- Méthodes de détection des baisses de vigilance et détermination des phases de sommeil en ambulatoire.- Communication au Symposium sur les Vols long-courriers : cycles activité-repos des équipages, Paris, 14-15 Juin 1994.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; FOUILLOT (J.P.) ; BENAOUZIA (M.) ; SPEYER (J.J.).- Prévention de l'hypovigilance et gestion des repos des pilotes d'avions long-courriers.- Communication au Symposium sur les Vols long-courriers : cycles activité-repos des équipages, Paris, 14-15 Juin 1994.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.).- Prevention of decreases of vigilance of aircrews during long-haul flights.- In : The Third Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics "Ergonomics for Quality Life", Seoul (Korea), November 13-17, 1994.- Seoul : The Ergonomics Society of Korea, 1994.- pp. 613-618.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; BOUGRINE (S.) ; COBLENTZ (A.).- Coping with long range flying. Recommendations for crew rest and alertness. Airbus Industrie ed.- Blagnac : Novembre 1995.- 215 p. *En collaboration avec J-J. SPEYER (Airbus Industrie)* .

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.).- Prevention of decreases of vigilance of aircrew during long haul flights : practical recommandations.- In : Proceedings of the eighth International Symposium on Aviation Psychology, Colombus (Ohio), April 24-27, 1995, pp.914-919.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.).- Preventing decreases of alertness and sleep deprivations for very long range flight aircrews.- In : Shiftwork International Newsletter.- Vol. 12, n°1.- Mai 1995.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.).- Niveau d'éveil et sommeil des pilotes d'avions long-courriers : élaboration d'un guide de recommandations pratiques à l'attention des équipages.- Paper presented at the International Congress on Aviation and Space Medicine, Londres, October 22-26 1995.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; FOUILLOT (J-P.) ; SPEYER (J-J.).- Recommandations pour le maintien du niveau d'éveil et la gestion du sommeil des pilotes d'avions long-courriers.- Médecine Aéronautique et Spatiale, XXXIV, n°134, 1995.- 1- 8p.

CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; MOUREY (F.) ; BOUGRINE (S.) ; COBLENTZ (A.).- Toward a general and predictive model of fatigue in aviation.- The 4th Pacific Conference on Occupational Ergonomics, Taïpei, Taïwan (ROC), 11-13 Novembre 1996.

FOUILLOT (J.P.) ; CABON (P.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; SPEYER (J.J.).- Niveau d'éveil des équipages et conditions extrêmes de vol long-courrier.- Communication au Symposium sur les Vols long-courriers : cycles activité-repos des équipages, Paris, 14-15 Juin 1994.

MOLLARD (R.).- La fatigue des vols long-courriers: quelle méthode d'approche ? - Communication au Symposium sur les Vols long-courriers : cycles activité-repos des équipages, Paris, 14-15 Juin 1994.

MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; CABON (P.) ; BOUGRINE (S.).- Vols long-courriers. Sommeil et vigilance des équipages. Guide de recommandations. Volume I : Fiches de recommandations. Volume II : Synthèse des connaissances de base. DGAC ed. Paris : Octobre 1995.- 202 p.

MOLLARD (R.) ; CABON (P.) ; COBLENTZ (A.) ; FOUILLOT (J-P.) ; BENAOUZIA (M.) ; SPEYER (J-J.).- Prévention de l'hypovigilance et gestion des repos des pilotes d'avions long-courriers.- In : Vigilance et Transports. Aspects Fondamentaux, Dégradation et Prévention.- M. Vallet ed.; S. Khardi ed.- Lyon : PUL, 1995.- pp. 179-188.

MOLLARD (R.) ; CABON (P.) ; BOUGRINE (S.) ; MOUREY (F.) ; COBLENTZ (A.).- La fatigue en aéronautique. Les bases d'un modèle. In : 80th panel meeting/Symposium of the Agard Aerospace Medical Panel.- Neurological limitations of aircraft operations : human performance implications.- Cologne, Octobre 9-13, 1995, Neuilly-sur-Seine : AGARD, pp. 23-1 à 23-80.

MOLLARD (R.) ; CABON (P.) ; BOUGRINE (S.) ; COBLENTZ (A.).- Decrease of alertness in long range flights : a guide of practical recommendations for aircrews.- 1996 Annual Scientific Meeting of the Aerospace Medical Association, Atlanta, GA (Etats-Unis), 5-9 Mai 1996.

MOLLARD (R.) ; CABON (P.) ; BOUGRINE (S.) ; MOUREY (F.).- La fatigue en aéronautique : vers un modèle prédictif.- Communication au XIème Congrès de la Société Française de Recherche sur le Sommeil, Caen, 21-22 Novembre 1996.

MOLLARD (R.) ; CABON (P.) ; BOUGRINE (S.).- Hypovigilance et privations de sommeil des équipages de vols long-courriers.- Communication au XIème Congrès de la Société Française de Recherche sur le Sommeil, Caen, 21-22 Novembre 1996.

* * *

8 - REFERENCES

La synthèse bibliographique présentée dans le chapitre 2 fait référence aux publications suivantes :

- AIRBUS INDUSTRIE & LAA. (1995). Coping with long-range flying. Recommendations for crew rest and alertness. Blagnac : Airbus Industrie 228 p.
- Akerstedt, T. (1977). Inversion of the sleep wakefulness pattern : effects on circadian variations in psychophysiological activation. Ergonomics, 20 (5), 459-474.
- Akerstedt, T., Torsvall, L. & Gillberg, M. (1982). Sleepiness and shift work : field studies. Sleep, 5, 595-606.
- Bartley, S.H., & Chute, E.F. (1947). Fatigue and impairment in man. New York : MacGraw-Hill.
- Berthemy Pellet, S. (1991). Fatigue visuelle, approche clinique, bases physiologiques, implications professionnelles. Vigilance, performances psychomotrices et fatigue, Compte rendu de la 3ème Conférence Vigilance et Performances Psychomotrices, (pp. 51-56). Annecy, France.
- Bodrov, V.A. (1988). Problems of fatigue in aircrews (concepts, causes, features, classification). Human Physiology, 14 (5), 368-375.
- Bonnet, M.H., & Alter, J. (1982). Effects of irregular versus regular sleep schedules on performance, mood and body temperature. Biological Psychology, 14, 287-296.
- Bonnet, M.H. (1985). Effect of sleep disruption on sleep, performance and mood. Sleep, 8, (1), 1-6.
- Borbely, A.A. (1982). A two process model of sleep regulation. Human Neurobiology, 1, 195-204.
- Bougrine, S. (1994). Prévention, par une exposition à la lumière, des troubles du sommeil et des performances cognitives liées à une modification du cycle activité-repos. Application au travail de nuit. Thèse de Doctorat (NR) : Université Paris V - René Descartes.
- Bougrine, S., Mollard, R., & Coblentz, A.(1995). Shiftwork and circadian rhythms : New advances. Proceedings of the 3rd Sino-French Symposium in Ergonomic Research and Design. National Tsing-Hua University, Hsinchu (Taiwan). 2 p.

- Buley, L.E. (1970). Experience of a physiologically-based formula for determining rest periods on long-distance air travel. Aerospace Medicine, 41, 680-683.
- Cabon, P., Coblentz, A., Mollard, R., & Fouillot, J.P. (1993). Human vigilance in railway and long-haul flight operation. Ergonomics, 36 (9), 1019-1033.
- Cabon, P., Mollard, R., Coblentz, A., Fouillot, J.P., & Speyer, J.J. (1995). Recommandations pour le maintien du niveau d'éveil et la gestion du sommeil des pilotes d'avions long-courriers. Médecine aéronautique et spatiale, 34 (134), 19-128.
- Cabon, P., Mollard, R., Mourey, F., Bougrine, S., Coblentz, A. (1996). Toward a general and predictive model of fatigue in aviation. Communication présentée au 4th Pan Pacific Conference on occupational Ergonomics, 11-13 novembre 1996.
- Cameron, C. (1973). A theory of fatigue. Ergonomics, 16, 633-648.
- Cazamian, P., Delgrange, C., Hubault, F., Guérin, J., & Richard, E. (1977). Le travail de nuit et les horaires alternants - Etat actuel de la question. In F. Andlauer et coll. (Ed.). Ergonomie du travail de nuit et des horaires alternants. (pp. 229-272). Paris : Cujas.
- Coblentz, A., Mollard, R., Cabon, P., Fouillot, J-P. (1991). Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours de vols de longue durée. Phase II : Variabilité des états de vigilance au cours des vols de longue durée. Paris : LAA, 102 p.- (Doc. A.A. 269/91).
- Coblentz, A., Mollard, R., Cabon, P., Fouillot, J-P. (1992). Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours de vols de longue durée. Phase III - Etape 1 : Recherche de solutions. Paris : LAA, 76 p.- (Doc. A.A. 280/92).
- Coblentz, A., Mollard, R., Cabon, P., Fouillot, J-P., Speyer, J-J. (1993). A340 Certification Flights - Minimum Crew and Route Proving Flights - Final Report. Paris : LAA, 222p.- (Doc.A.A. 290/93).
- Coblentz, A., Mollard, R., Cabon, P., Fouillot, J-P. (1993). Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours de vols de longue durée. Phase III - Etape 2 : Recommandations pour l'optimisation des repos et le maintien de la vigilance. Paris : LAA, 260 p.- (Doc. A.A. 302/93).
- Coblentz, A., Bougrine, S., Mollard, R., Cabon, P. (1993). Prise en compte des rythmes activité - repos dans l'analyse des incidents et accidents au cours du transport aérien civil - Méthode d'étude. Paris : LAA, 63 p. (Doc. AA 297/93).

- Coblentz, A., Mollard, R., Cabon, P., Fouillot, J-P. (1994). Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours des vols de longue durée - Phase IV.- Paris : LAA, 127 p.- (Doc. AA 314/94).
- Coblentz, A., Bougrine, S., Mollard, R., Cabon, P., Mourey, F. (1996).- Recherche sur l'optimisation des cycles activité-repos et le maintien de la vigilance des contrôleurs du trafic aérien civil - Phase II.- Paris : LAA, 138 p. (Doc. 351/96).
- Coblentz, A. , Bougrine, S., Mollard, R., Cabon, P., Cointot, B., Martel, A. (1996) - Facteurs humains et sécurité sur autoroute - Analyse des cycles activité-repos des patrouilleurs - Synthèse des résultats - Recommandations - Paris : LAA, 26 p. (Doc. AA 349/96).
- Corlett, E.N., Queinnec, Y., & Paoli, P. (1988). Aménager le travail posté. Pourquoi ? Pour qui ? Comment ? Dublin : Fondation Européenne pour l'Amélioration des Conditions de Vie et de Travail, 119 p.
- Crocq, L. (1993). Echelle clinique pour états de stress de la vie courante. Supports de cours dispensés dans le Diplôme d'Université "Le Stress : aspects biologiques et psychosociaux". Paris V.
- Eggemeir, F.T. & Wilson, G.F. (1991). Performance based and subjective assessment of workload in multi-task environments. In DL Dalmos (ed) Multiple Task Performance, Taylor and Franis, London, 217-278.
- Elias, R., & Audran, P. (1978). Fatigue et travail. Psychologie médicale, 10, (10), 1989-1993.
- Feth, L.L., Oesterle, E.C., & Kidd, G. (1979). Frequency selectivity after noise exposure. Journal of Acoustical Society of America, Suppl. 1, (65), 5118.
- Folkard, S., & Akerstedt, T. (1989). Towards the prediction of alertness on abnormal sleep/wake schedules. In A. Coblentz (Ed.). Vigilance and performance in automatized systems / Vigilance et performance de l'Homme dans les systèmes automatisés. (pp. 287-296). Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- 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 (NASA Technical Memorandum 89452). Moffett Field, CA : NASA-Ames Research Center.
- Gerathewohl, S.J. (1974). Simple calculator for determining the physiological rest period after jet flights involving time zone shifts. Aerospace Medicine, 45, 449-450.

- Graeber, R.C., Foushee, H.C., Gander, P.H., & Noga, G.W. (1985). Circadian rhythmicity and fatigue in flight operations. Journal of the University of Occupational and Environmental Health, 7, 122-130.
- Graeber, C. (1988). Aircrew fatigue and circadian rhythmicity. In E.L.Wiener (Ed.), D.C.Nagel (Ed.). Human Factors in Aviation. (305-341). Academic Press.
- Graeber, C., Rosekind, M.R., Connell, J.J., & Dinges, D.F. (1990). Cockpit Napping. ICAO Journal, 5-10.
- Grandjean, E. (1983). Précis d'Ergonomie. Paris : Les Editions d'organisation.
- Hartman, B.O. (1967). Psychological factors in flying fatigue. In C. Perry (Ed). Psychiatry in aerospace medicine. Boston MA. Little Brown & Co. Vol. 4.
- Holmes, T.H. & Rahe, R.H. (1967). The social readjustment rating scale. Journal of Psychosomatic Research, 11, 213-218.
- Klein, K.E., Wegmann, H. et Hunt, B.I. (1972). Desynchronization of body temperature and performance circadian rhythm as a result of outgoing and homegoing transmeridian flights. Aerospace Medicine, 43, 119-132.
- Klein, A.J., & Mills, J.H. (1981). Physiological and psychological measures from humans with temporary threshold shift. Journal of Acoustical Society of America, 70, 1045 - 1053.
- Kolstadd, J.L. (1989). National Transportation Safety Board. Safety recommendations addressing human fatigue. Washington, 8 p.
- Laboratoire d'Anthropologie Appliquée (LAA). (1995). Vols long-courriers. Sommeil et vigilance des équipages. Guide de recommandations. Paris. Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC). 207 p.
- Lee, K.A., Hicks, G., & Nino-Murcia, G. (1991). Validity and Reliability of a Scale to Assess Fatigue. Psychiatry Research, 36, 291-298.
- Markle, J. (Octobre 1994). Fatigue. Business and Commercial Aviation. pp.174-179.
- Medvedev, V.I., & Mar'yanovich, A.T. (1983). Basic concepts in military work physiology. S.M. Kirov Military Medical Academy. Leningrad.
- Mohler, S.R. (1976). Physiological index as an aid in developing airline pilot scheduling patterns. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 47, 238-247.

- Mollard, R., Cabon, P., Coblenz, A., Fouillot, J.P., Benaoudia, M., & Speyer, J.J (1995). Prévention de l'hypovigilance et gestion des repos des pilotes d'avions long-courriers. Comptes rendus des VIèmes Entretiens Jacques Cartier "Vigilance et Transports. Aspects Fondamentaux. Dégradation et Prévention", (pp. 179-188). Presses Universitaires de Lyon.
- Mollard, R., Cabon, P., Bougrine, S., Mourey, F., & Coblenz, A. (1995). La fatigue en aéronautique - Les bases d'un modèle. Proceedings of the 80th Panel Meeting/Symposium of the AGARD Aerospace Medical Panel. Neurological limitations of aircraft operations : human performance implications. (pp. 35-1 - 35-8). Neuilly-sur-Seine : AGARD.
- NASA-NTSB. (1-2 Novembre 1995). Managing Human Fatigue in transportation : Promoting Safety and Productivity. A Multimodal Symposium, Tyson Corner, Virginie, Etats-Unis.
- Neveu, J.P. (1995). Epuisement professionnel. Concept et méthodologie. Le travail Humain, 58 (3), 209-228.
- Nicholson, A.N. (1972). Duty hour and sleep patterns in aircrew operating world-wide routes. Aerospace Medicine, 43, 138-141.
- Nicholson, A. N., Pascoe, P. A., Spencer, M.B., Stone, B.M., & Green, R.L. (1986). Nocturnal Sleep and Daytime Alertness of Aircrew after Transmeridian Flights. Aviation, Space and Environmental Medicine, 57, (12 suppl.).
- National Transportation Safety Board (1994). Aircraft accident report. Uncontrolled collision with terrain. American International Airways flight 808. Douglas DC-8-61, N814CK. US Naval air station Guantanamo Bay, Cuba, August 18, 1993. Washington, DC : NTSB/AAR-94-04.
- Ono, Y., Watanabe, S., Kaneko, S., Matsumoto, K., & Miyao. (1991). Working Hours and Fatigue of Japanese Flight Attendants. Journal of Human Ergology 20, 155 -164.
- Platonov, K.K. (1960). The psychology of flying duties, Voenizdat, Moscou.
- Platonov, K.K. (1970). Problems in work psychology, Meditsina, Moscou.
- Rosekind, M.R., Gregory, K.B., Miller, D.L., Co, E.L., & Lebacqz, J.V. (1994). Analysis of crew fatigue factors in AIA Guantanamo Bay Aviation Accident. Appendix E. NTSB/AAR-94/04, Washington.

- Porcu, S., Bellatreccia, A., Mambro, G, & Napolitani, I. (1995). Fatigue : Operational and clinical issues. Proceedings of the 80th panel meeting/symposium of the AGARD aerospace Medical Panel. Neurological Limitations of Aircraft operations : human performance implications. (pp. 32-1 - 32-5). Neuilly-sur-Seine : AGARD.
- Ruffel Smith, H.P. (1967). Heart rate of pilots flying aircraft on scheduled airline routes. Aerospace Medicine, 38, 1117-1119.
- Scherrer, J. (1967). Physiologie musculaire. In J.Scherrer (Ed). Physiologie du travail. Paris : Masson.
- Schmidtke, H. (1969). Recherches relatives au problème de la fatigue mentale. In : Travail mental et automatisation. Commissions des Communautés Européennes, Luxembourg.
- Selye, H. (1956). Le stress de la vie. Paris : Gallimard.
- Selye, H. (1979). The stress concept and some of its implications. In V. Hamilton & D.M. Warburton (Eds.). Human stress and cognition in an information processing approach. New York : Wiley, pp.11-32.
- Sorin, C. & Thouin-Daniel, C. (1983). Effects of auditory fatigue on speech intelligibility and lexical decision and noise. Journal of Acoustical Society of America, 74 (2) 456-466.
- Spencer, M.B., Montgomery, J.M., Mollard, R., & Cabon, P. (1995). Alertness during two rotating shift systems : predictions of a mathematical model. Shiftwork International Newsletter. 12 (1).
- Spérandio, J.C. (1984). L'ergonomie du travail mental. Paris : Masson.
- Stampi, C., Stone, P. (1995). A new quantitative method for assessing sleepiness : the Alpha Attenuation Test. Work and Stress, 9, (2-3), 368-376.
- Verriest, J.P. (1985). Biomécanique et travail. Le travail humain, 48, 205-208.
- Vicente, K.J., Thornton, D.C., & Moray, N. (1987). Spectral analysis of sinus arrhythmia : a measure of mental effort. Human Factors, 29 (2), 171-182.
- Wegmann, H.M., Klein, K.E., Goetters, K.M., & Samel, A. (1982). Studies on the flight medical aspects of German Lufthansa non-stop route from Frankfurt to Rio de Janeiro. Part 1. NASA TM-76659, Washington, D.C.

Wegmann, H.M., Hasenclever, S., Michel, C., & Trumbach, S. (1985). Models to predict operational loads of flight schedules. Aviation, Space and Environmental Medicine, 56, 27-32.

Wegmann, H.M., Gundel, A., Naumann, M., Samel, A., Schwartz, E., & Vejvoda, M. (1986). Sleep, sleepiness, and circadian rhythmicity in aircrew operating on transatlantic routes. Aviation, Space and environmental medicine. 57 (12, suppl.), B53-B64.

Wegmann, H.M. (1993). A340 certification flights. Minimum crew-Route proving. Final report.- IB-316-93-01.

* * *

A N N E X E S

* * *

A N N E X E 1

**QUESTIONNAIRE UTILISE POUR L'ENQUETE SUR
LA FATIGUE EN AERONAUTIQUE**

* * *

LA FATIGUE EN AERONAUTIQUE

*** QUESTIONNAIRE ***

UNIVERSITE RENE DESCARTES

U.F.R. BIOMEDICALE

Laboratoire d'Anthropologie Appliquée

45, rue des Saints - Pères 75270 Paris Cedex 06

Juin 1996

Dans le contexte du programme de recherche "Facteurs Humains" de la DGAC, le Laboratoire d'Anthropologie Appliquée, de la Faculté de Médecine de Paris, mène une étude sur la fatigue en aéronautique.

De manière plus précise, nous nous intéressons à la fatigue du **Personnel Navigant Technique**. Par le biais de ce questionnaire, nous souhaitons ainsi solliciter **votre expérience** afin de recueillir des informations **concrètes** et correspondant à **votre vécu** .

Ces données doivent nous permettre d'identifier, pour ce qui vous concerne, les facteurs d'environnement susceptibles de générer de la fatigue, mais également les principales manifestations de celles-ci. A terme, l'objectif est de formuler des **recommandations pratiques** afin de prévenir les effets de la fatigue.

Nous attirons votre attention sur le fait que le terme de **fatigue** doit être pris ici **au sens le plus large possible** et ne pas seulement être assimilé au manque de sommeil.

La participation à cette recherche repose sur le **volontariat** et l'**anonymat**. Les informations recueillies seront traitées de manière **confidentielle**.

Une enveloppe réponse libellée à l'adresse du Laboratoire est jointe à ce questionnaire. Une fois rempli, vous pouvez soit nous le renvoyer par la poste, soit déposer l'enveloppe fermée dans la boîte aux lettres prévue à cet effet au sein de la division de votre compagnie (bureau n°).

Si vous décidez de remplir ce questionnaire, merci de nous le retourner avant JJ/MM 1996.

Par avance, **nous vous remercions de votre participation**. Vos remarques ainsi que tous commentaires relatifs à votre métier sont les bienvenus.

N'hésitez pas à nous contacter aux numéros suivants : (16.1) 42.86.20.41, (16.1) 42.86.20.44 ou (16.1) 42.86.22.31.

Avant de remplir ce questionnaire, nous nous permettons de vous donner quelques indications élémentaires, mais néanmoins importantes :

1. Lisez chaque question très attentivement avant de répondre.
2. Répondez à **toutes** les questions, dans l'ordre de leur présentation.
3. Pour chaque question, vous pouvez faire des commentaires, donner des exemples.
4. Répondez aussi franchement que possible. Ce questionnaire est **anonyme**.
5. Ce questionnaire est personnel, ne vous concertez pas avec vos collègues pour le remplir.

• Date :...../...../.....

• Sexe : F H

• Age :.....

• Nom de la compagnie :.....
.....

• Années d'expérience en tant que pilote de ligne :.....

• Nombres d'heures de vol en tant que pilote de ligne :.....

• Sur quel type d'appareil êtes-vous qualifié actuellement (dénomination précise).
.....
.....

• Expérience, en heures de vol, sur cet appareil :.....

• Fonction occupée actuellement :

Commandant de bord Copilote Mécanicien navigant

• Durée du trajet domicile-travail :.....

• En dehors de votre métier de pilote, exercez-vous une autre activité ?

Oui Non

• Si oui, précisez :


- la nature :.....
.....

- le nombre moyen d'heures consacrées par mois :.....

1 Parmi les catégories de vols présentées dans le tableau ci-dessous indiquez :

- dans la colonne de **gauche** la proportion approximative (en %) de vols que vous avez effectués ces **12 derniers mois**,
- dans la colonne de **droite**, la proportion approximative (en %) de vols que vous souhaiteriez effectuer sur **1 an**, dans le but de limiter vos sensations de **fatigue** (en tenant compte du type d'avion sur lequel vous êtes qualifié).

	Proportion de vols que vous avez effectués ces derniers 12 mois.	Proportion de vols que vous souhaiteriez effectuer sur 1 an.
Catégorie vols long-courriers (> 6 heures de vol) :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Catégorie vols moyens-courriers (entre 2 heures et 6 heures de vol) :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Catégorie vols court-courriers (< 2 heures de vol) :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
	100	100

 Selon le même principe, précisez la proportion (en %) de types de vols pour chacune des trois catégories :

Catégorie vols long-courriers (> 6 heures de vol)	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Vols longs sans escale (équipage de base) :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Vols longs sans escale (équipage renforcé) :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Vols longs + bretelles :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Vols longs à escales multiples :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
	100	100

Catégorie vols moyens-courriers (entre 2 heures et 6 heures de vol)	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Vols moyens-courriers :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Vols moyens + court-courriers :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
	100	100

Catégorie vols court-courriers (< 2 heures de vol)	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Nombre d'étapes par service < 3 :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Nombre d'étapes par service compris entre 3 et 5 :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
Nombre d'étapes par service > 5 :	% _____ _____ _____	% _____ _____ _____
	100	100

② Effectuez-vous des vols charters ?

Oui

Non

Si oui, dans quelle proportion ces 12 derniers mois ?%

③ Effectuez-vous des vols cargo et/ou de convoyage ?

Oui

Non

Si oui, dans quelle proportion ces 12 derniers mois ?%

Si vols type postal de nuit, cochez la case ci-contre.

④ Indiquez le nombre d'heures de service de ces derniers 7 jours :.....

⑤ Dans ces derniers 7 jours, combien d'heures avez-vous travaillé dans la plage horaire 24h-06h :.....

⑥ En regard de cette dernière semaine, qualifiez votre sensation de fatigue (*placez une croix sur la ligne entre les deux adjectifs opposés selon votre sensation*) :

Comme d'habitude

En forme |-----| |-----| Très fatigué

- 7 Parmi les types de vols ou les rotations que vous effectuez actuellement, citez les plus éprouvants ou fatigants. Pourquoi ?

8 Pour les exemples cités dans la question précédente, décrivez brièvement les solutions que vous utilisez personnellement pour lutter contre la fatigue :

- *Avant la rotation :*

- *Pendant la rotation :*

- *Après la rotation :*

9

Pendant les phases de montée et de descente, indiquez, en cochant la case appropriée, l'impact de chacun des facteurs suivant sur votre fatigue :

Pour les facteurs que vous aurez jugés ayant un impact "élevé" ou "très élevé", veuillez donner un ou plusieurs exemples de types de vols ou de rotations.

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Charge de travail importante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réaliser des actions dans un temps limité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Actions simultanées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etre interrompu pendant une activité par l'ATC ou le PNC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Problèmes de coordination avec le co-équipier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Densité des échanges verbaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Communiquer dans une langue étrangère	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de sommeil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autres, précisez :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10 D'une manière générale, lors d'un vol, comment reconnaissez-vous la fatigue ?

- Pour vous-même :

- Chez vos co-équipiers :

11 Évaluez l'impact de chacune des situations suivantes sur votre sensation de fatigue :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Annonce de retard du vol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annonce d'un vol difficile (météo, trafic...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mésentente avec le co-équipier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nécessité de réaliser une étape sup- plémentaire imprévue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respect des contraintes horaires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12 Lorsque vous êtes fatigué(e), la réalisation des tâches suivantes est (*) :

	Plus facile	Comme d'habitude	Plus difficile
Suivi de navigation	-----	□	-----
Suivi de trajectoire	-----	□	-----
Pilotage manuel	-----	□	-----
Utilisation des automatismes	-----	□	-----
Communications	-----	□	-----
Gestion des ressources humaines	-----	□	-----
Check-list	-----	□	-----
Briefing	-----	□	-----
Surveillance	-----	□	-----
Saisie ou sélection de paramètres	-----	□	-----
Rédaction des comptes rendus officiels	-----	□	-----

(*) Pour chaque tâche évoquée, nous vous demandons de faire une marque sur la ligne horizontale entre les deux adjectifs opposés, selon votre sensation.

Exemple :

	Plus facile	Comme d'habitude	Plus difficile
	-----	□	-----

13 Évaluez le degré avec lequel se manifeste, pour vous, la fatigue pour chacun des aspects suivants :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Sommeil agité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés à s'endormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée) ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A N N E X E 2

**QUESTIONNAIRES ET ECHELLES ANALOGIQUES UTILISES
LORS DE LA ROTATION PARIS - NAIROBI**

* * *

Echelles de fatigue

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes (cochez la case qui convient) :

	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Somnolence	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés à s'endormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez : -----

- Questionnaire "Difficulté de tâche" -

Vol de : à

Date (TU) :

Heure (TU) :

NASA-TLX (Task Load Index)

On the following pages, you will find six scales concerning different aspects of operational load which may contribute to the overall work load during the test period. Please, indicate on these six scales retrospectively your average load during the last part of the test

Scale 1 : Mental Demand

How much mental and perceptual activity was required (e.g. thinking, deciding, calculating, remembering, looking, searching, etc...)?

Was the work easy or demanding, simple or complex, exacting or forgiving?

Low |-----| High

Scale 2 : Physical Demand

How much physical activity was required (e.g., pushing, pulling, turning, controlling activating, etc...)?

Was the work easy or demanding, slow or brisk, slack or strenuous, restful or laborious?

Low |-----| High

Scale 3 : Temporal Demand

How much time pressure did you feel due to the rate or pace at which the work had to be done?

Was the pace slow and leisurely or rapid and frantic?

Low |-----| High

- Questionnaire "Difficulté de tâche" -

Scale 4 : Performance

How successful do you think you were in accomplishing the goals of the tasks set by the respective work demands ?

How satisfied were you with your performance in accomplishing these goals ?

Poor |-----| Good

Scale 5 : Effort

How hard did you have to work (mentally or physically) to accomplish your level of performance ?

Low |-----| High

Scale 6 : Frustration Level

How insecure, discouraged, irritated, stressed, and annoyed versus secure, gratified, content, relaxed and complacent did you feel during the past part of the test.

Low |-----| High

Echelle 7 : Pénibilité

Avez-vous trouvé la période qui vient de sécouler :

Très facile |-----| Très difficile

A N N E X E 3

**NOTE DE PRESENTATION DE LA RECHERCHE DESTINÉE
AUX ORGANISATIONS SYNDICALES**

* * *

A N T H R O P O L O G I E A P P L I Q U E E

45, rue des Saints-Pères 75270 PARIS Cedex 06
Téléphone: 42 86 20 37 - 42 86 20 39 - Télécopie : 42 61 53 80

Paris, le 31 juillet 1996

MISE EN PLACE D'UNE METHODE D'ETUDE DE LA FATIGUE DES PILOTES DANS LE TRANSPORT AERIEN

* * * *

NOTE D'INFORMATION

* * * *

Le Laboratoire d'Anthropologie Appliquée (LAA), de la Faculté de Médecine de Paris, travaille depuis 1989 sur des programmes de recherche "Facteurs Humains" soutenus par la DGAC.

La première phase de nos travaux a concerné l'étude objective de la vigilance et du sommeil des pilotes de vols long-courriers. Plusieurs équipages volontaires de différentes compagnies, françaises et étrangères, ont participé à ces recherches. Au total, 156 vols ont été réalisés vers des destinations très variées et sur différents types d'avions.

Les résultats de ces recherches ont été présentés lors du symposium organisé par la DGAC et le LAA (Juin 1994) ainsi que dans divers congrès internationaux. Ces travaux ont abouti à l'élaboration d'un guide de recommandations pratiques concernant :

- l'hypovigilance,
- le sommeil,
- la sieste,
- l'hygiène de vie.

Ce guide, édité en 1995 par la DGAC, a été distribué à l'ensemble des

pilotes de vols long-courriers des compagnies françaises.

Actuellement, nos travaux se poursuivent sur le thème de la fatigue du Personnel Navigant Technique par l'intermédiaire d'un questionnaire et de participation à des vols réels. Nous souhaitons ainsi solliciter l'expérience des PNT afin de recueillir des informations concrètes et correspondant à leur vécu.

Ces données doivent nous permettre d'identifier, dans le contexte de l'aviation civile, les facteurs d'environnement susceptibles de générer de la fatigue, mais également les principales manifestations de celles-ci.

Nous attirons votre attention sur le fait que le terme de **fatigue** doit être pris ici **au sens le plus large possible** et ne pas seulement être assimilé au manque de sommeil, contrainte principalement rencontrée par les pilotes de vols long-courriers. C'est pourquoi ce travail doit être conduit avec la collaboration de plusieurs compagnies aériennes afin de prendre en considération le plus grand nombre possible de rotations différentes : long-courriers, moyens-courriers, court-courriers et multi-tronçons.

Bien entendu, la participation à cette recherche repose sur le **volontariat** et l'**anonymat**. Une enveloppe réponse libellée à l'adresse du Laboratoire sera jointe au questionnaire qui pourra être soit renvoyé par la poste, soit déposé dans la boîte aux lettres prévue à cet effet au sein de chaque compagnie.

Les informations recueillies seront traitées de manière **confidentielle**. Les résultats contribueront notamment à identifier les rotations les plus fatigantes qui feront l'objet d'observations en vol. A terme, l'objectif est de formuler des **recommandations pratiques** afin de prévenir les effets de la fatigue.

* * * *

A N N E X E 4

**LIVRETS DE QUESTIONNAIRES POUR L'EVALUATION
DE LA FATIGUE AU COURS DES ROTATIONS**

* * *

UNIVERSITE RENE DESCARTES

U.F.R. BIOMEDICALE

Laboratoire d'Anthropologie Appliquée

45, rue des Saints-Pères 75270 PARIS Cedex 06

LA FATIGUE EN AERONAUTIQUE

CDB

OPL

OMN

Téléphone : 01.42.86.20.41 / 01.42.86.20.38 / 01.42.86.20.44

Télécopie : 01.42.61.53.80

A N N E X E 4.1

AVANT LE VOL

*** * ***

Vous avez accepté de participer à notre recherche, nous vous en remercions.

Afin de faciliter l'interprétation des données qui vont être recueillies au cours de la rotation, il est essentiel de disposer d'éléments de référence vous concernant. C'est pourquoi nous vous demandons de répondre aux questionnaires suivants :

- le questionnaire “Etes-vous du matin, êtes vous du soir” destiné à connaître vos habitudes de sommeil, à ne remplir qu'une fois,
- le questionnaire de sommeil et de fatigue, afin de qualifier la quantité et la qualité du repos pris avant la rotation, à remplir au coucher et au lever sur les 2 nuits précédant la rotation,
- le questionnaire “Manifestations générales de la fatigue”, recueillant vos sensations personnelles, à ne remplir qu'une fois.

Les deux premiers questionnaires composent ce livret, le troisième étant joint à part (format A4).

Vos réponses resteront **entièrement confidentielles**.

Merci de votre collaboration

Fiche de renseignements

- **Situation matrimoniale :**

Marié(e) ou
vivant maritalement

Divorcé(e)

Veuf(ve)

Célibataire

- **Nombre d'enfants :**
- **Age des enfants :**

- **Lieu d'habitation principale**

RP

Province

- **Hygiène alimentaire**

Indiquez votre consommation habituelle par jour en nombre de tasses (1), de verres (2) et de cigarettes (3).

Café (1) :

Coca-cola (2) :

Thé (1) :

Alcool (2) :

Cigarettes (3) :

- **Commentaire(s) :**

Etes-vous du Matin ?

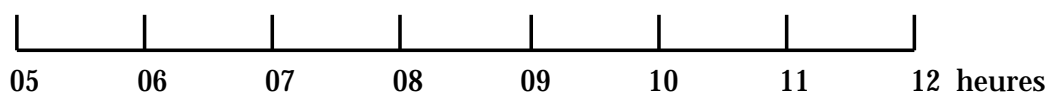
Etes-vous du Soir ?

CONSIGNES :

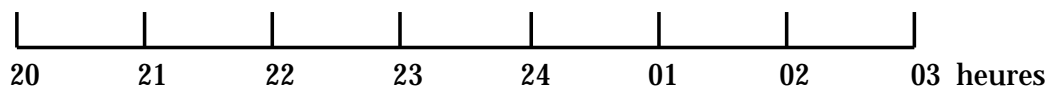
- 1. Lisez chaque question très attentivement avant de répondre.**
- 2. Répondez à TOUTES les questions.**
- 3. Répondez aux questions dans l'ordre de leur présentation.**
- 4. Vous devez répondre à chaque question indépendamment des autres. Ne revenez pas en arrière pour vérifier les réponses précédentes.**
- 5. A chaque question correspond une série de réponses. Pour chaque question inscrivez une croix devant UNE SEULE REPONSE. Placez une croix sur le point approprié sur les lignes horizontales.**
- 6. Répondez à chaque question aussi franchement que possible. Vos réponses et vos résultats resteront STRICTEMENT CONFIDENTIELS.**
- 7. N'hésitez pas à inscrire vos commentaires aux endroits prévus à cet effet.**

QUESTIONS :

1. En tenant compte uniquement de ce que vous pensez être votre "meilleur rythme" à quelle heure aimeriez-vous vous lever si vous étiez entièrement libre de planifier votre journée ?



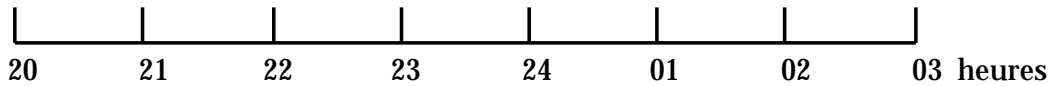
2. En tenant compte uniquement de ce que vous pensez être votre "meilleur rythme" à quelle heure aimeriez-vous aller au lit si vous étiez entièrement libre de planifier votre soirée ?



- | | | | |
|----|---|------------------------|-----|
| 3. | Si vous décidez de vous réveiller à une heure précise le matin, dans quelle mesure êtes-vous dépendant de la sonnerie de votre réveil ? | Pas du tout dépendant. | [] |
| | | Légèrement dépendant. | [] |
| | | Assez dépendant. | [] |
| | | Très dépendant. | [] |
| 4. | En considérant que les conditions environnementales sont bonnes, comment trouvez-vous le fait de vous lever le matin ? | Pas facile du tout. | [] |
| | | Pas très facile. | [] |
| | | Assez facile. | [] |
| | | Très facile. | [] |
| 5. | Dans quel état d'éveil, vous sentez-vous pendant le première demi-heure après votre lever, le matin ? | Pas du tout éveillé. | [] |
| | | A peine éveillé. | [] |
| | | Assez éveillé. | [] |
| | | Très éveillé. | [] |

6. Quel est votre appétit, pendant la première demi-heure après votre réveil le matin ?
- Pas d'appétit. []
Peu d'appétit. []
Assez bon appétit. []
Très bon appétit. []
7. Pendant la première demi-heure après votre réveil le matin, comment vous sentez-vous sur le plan fatigue ?
- Très fatigué. []
Assez fatigué. []
Assez en forme. []
Très en forme. []
8. Quand vous n'avez pas d'engagements ou d'obligations le jour suivant, à quelle heure allez-vous au lit par rapport à votre heure habituelle de coucher ?
- Rarement ou jamais plus tard. []
Moins d'une heure plus tard. []
De 1 à 2 heures plus tard. []
Plus de 2 heures plus tard. []
9. Vous avez décidé de faire de l'exercice physique. Un ami vous suggère de faire cela 1 heure, deux fois par semaine et que le meilleur moment à son avis est entre 07 et 08 heures du matin. Vous ne dites rien, mais en vous-même et d'après votre "meilleur rythme" comment pensez-vous accomplir cet effort physique ?
- En bonne forme. []
Dans une forme satisfaisante. []
Avec quelques difficultés. []
Avec beaucoup de difficultés. []

10. A quelle heure, le soir, vous sentez-vous fatigué et avez-vous envie d'aller vous coucher ?



11. Vous désirez être dans votre meilleure forme pour passer un test dont vous savez qu'il sera mentalement épuisant et qui durera 2 heures. Vous êtes entièrement libre de planifier votre journée. En considérant uniquement ce que vous pensez être votre "meilleur rythme", quel créneau horaire choisissez-vous pour passer ce test parmi les quatre créneaux proposés ?
- | | |
|-------------------|-----|
| 08H00 - 10H00 ... | [] |
| 11H00 - 13H00 ... | [] |
| 15H00 - 17H00 ... | [] |
| 19H00 - 21H00 ... | [] |
12. Si vous allez vous coucher à 23 heures dans quel état de fatigue vous sentez-vous ?
- | | |
|----------------------|-----|
| Pas du tout fatigué. | [] |
| Un peu fatigué. | [] |
| Assez fatigué. | [] |
| Très fatigué. | [] |
13. Pour diverses raisons vous devez aller vous coucher plusieurs heures après votre heure habituelle, mais il n'existe aucune nécessité à vous lever à une heure précise le matin suivant. Lequel des événements suivants, allez-vous vivre, d'après votre expérience ?
- | | |
|---|-----|
| - Se lever à l'heure habituelle et ne pas tomber de sommeil. | [] |
| - Se lever à l'heure habituelle et sommeiller par la suite. | [] |
| - Se lever à l'heure habituelle mais ensuite tomber de sommeil. | [] |
| - Se lever plus tard que d'habitude. | [] |

- 14.** Une nuit vous devez rester éveillé entre 04 et 06 heures du matin dans le but d'effectuer une permanence de nuit. Vous n'avez pas d'obligations le jour suivant. Lesquelles des ces éventualités êtes-vous plus enclin à suivre ?
- Vous n'irez pas au lit jusqu'à ce que la permanence soit réalisée.
- Vous ferez un petit somme avant et vous dormirez après.
- Vous dormirez convenablement avant et vous ferez un petit somme après.
- Vous prendrez tout votre sommeil avant.
-
- 15.** Vous devez faire deux heures de travail physique pénible. Vous êtes entièrement libre d'organiser votre journée et vous considérez seulement votre sensation de "meilleur rythme". Quel créneau horaire allez-vous choisir pour réaliser cet effort.
- 08H00 - 10H00
- 11H00 - 13H00
- 15H00 - 17H00
- 19H00 - 21H00
-
- 16.** Vous avez décidé de vous engager dans un exercice physique pénible. Un ami vous suggère de le réaliser une heure, deux fois par semaine et que le meilleur moment pour lui est entre 22 et 23 heures. Vous ne dites rien mais pour vous et d'après votre "meilleur rythme", comment pensez-vous être ?
- Vous serez en bonne forme.
- Vous serez suffisamment en forme.
- Vous trouverez cela difficile.
- Vous trouverez cela très difficile.

17. Supposez que vous puissiez choisir vos propres heures de travail. Et considérez que vous devez travailler 5 heures par jour (repos inclus) et que votre travail est intéressant et payé en fonction des résultats. Quelle période de 5 heures consécutives allez-vous choisir ?

24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

minuit minuit

18. A quelle heure du jour pensez-vous atteindre votre meilleure forme ? (une seule réponse).

24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

minuit minuit

19. On parle de personnes dites "du matin" et d'autres dites "du soir". Auxquels de ces types pensez-vous appartenir ?

"Du matin" sans hésitation.

Plutôt "du matin" que "du soir".

Plutôt "du soir" que "du matin".

"Du soir" sans hésitation.

Caractéristiques de la journée (J-2 avant le départ)

Nous souhaitons caractériser votre journée sur le plan des rubriques principales exposées ci-dessous. Nous vous demandons d'indiquer **l'heure de début et l'heure de fin** de la ou des plages de temps consacrée(s) à chacune d'entre elles.

Activités de détente :

Télévision :

Lecture :

Cinéma :

Autres :

Sport (*Précisez le type d'activité et la plage horaire*) :

Bricolage (*Précisez le type d'activité et la plage horaire*) :

Consommation :

	heure	quantité
Café (1)		
Thé (1)		

	heure	quantité
Coca-cola (2)		
Alcool (2)		

Cigarettes (3) :

Nous vous demandons d'indiquer l'heure approximative de chaque prise ainsi que la quantité en nombre de tasses (1) ou de verres (2). Pour la consommation de tabac, indiquez la quantité de cigarettes sur la journée (3).

Caractéristiques de la journée (J-1 avant le départ)

Nous souhaitons caractériser votre journée sur le plan des rubriques principales exposées ci-dessous. Nous vous demandons d'indiquer **l'heure de début et l'heure de fin** de la ou des plages de temps consacrée(s) à chacune d'entre elles.

Activités de détente :

Télévision :

Lecture :

Cinéma :

Autres :

Sport (*Précisez le type d'activité et la plage horaire*) :

Bricolage (*Précisez le type d'activité et la plage horaire*) :

Consommation :

	heure	quantité
Café (1)		
Thé (1)		

	heure	quantité
Coca-cola (2)		
Alcool (2)		

Cigarettes (3) :

Nous vous demandons d'indiquer l'heure approximative de chaque prise ainsi que la quantité en nombre de tasses (1) ou de verres (2). Pour la consommation de tabac, indiquez la quantité de cigarettes sur la journée (3).

A N N E X E 4.2

PENDANT LE VOL

*** * ***

Evaluation de la fatigue

Vol de :
à :
Date :
Heure :

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

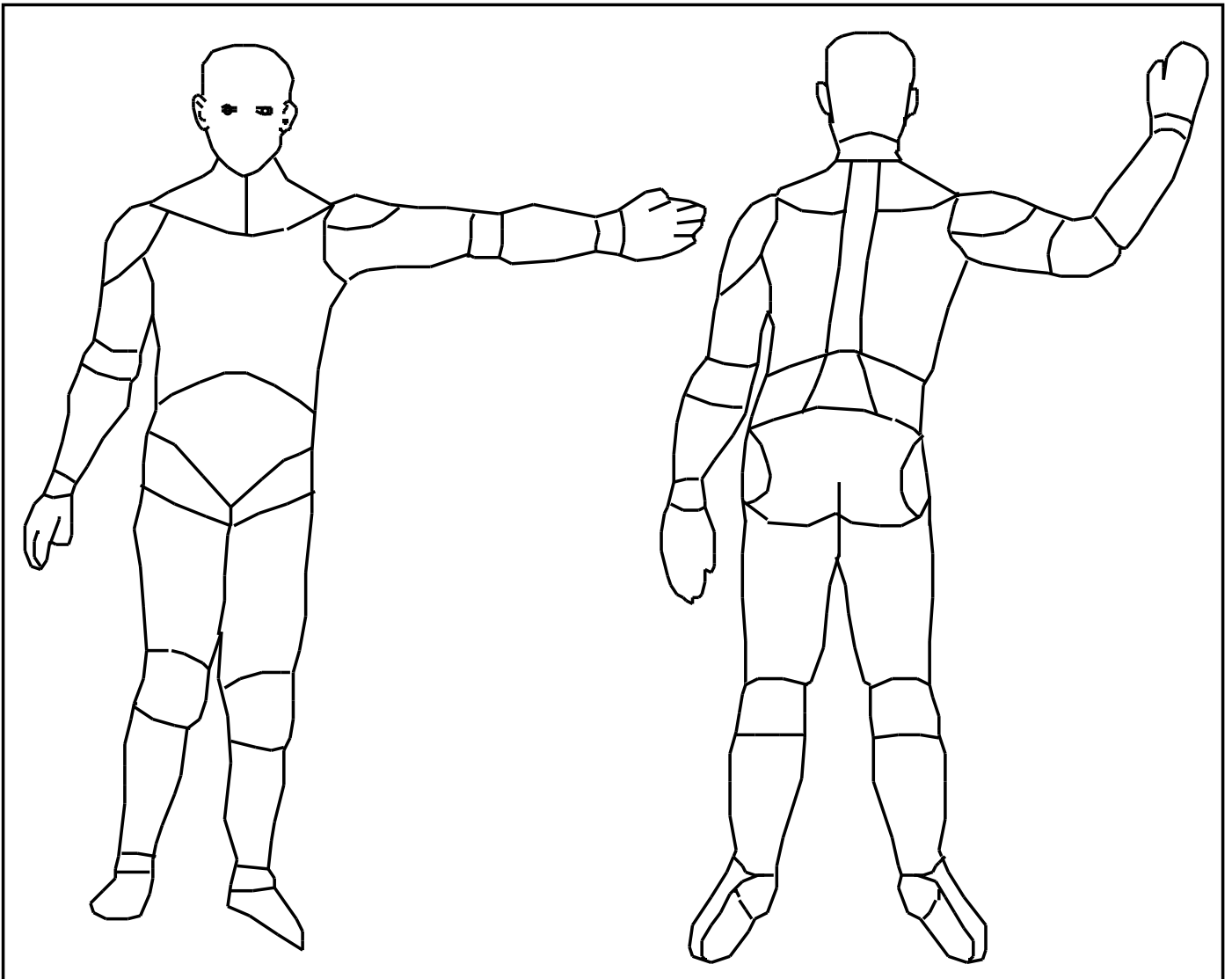
A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ? (cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

Test du Mannequin

Sur ce schéma, noircissez les points ou les zones de votre corps où vous ressentez des sensations d'inconfort.



Evaluation de la "Difficulté de la tâche" [1/2]

Vol de :
à :
Date :
Heure :

Ce questionnaire en langue anglaise a été validé par la NASA

NASA-TLX (Task Load Index)

On the following pages, you will find six scales concerning different aspects of operational load which may contribute to the overall work load during the test period. Please, indicate on these six scales retrospectively your average load during the last part of the test

Scale 1 : Mental Demand

How much mental and perceptual activity was required (e.g. thinking, deciding, calculating, remembering, looking, searching, etc...)?

Was the work easy or demanding, simple or complex, exacting or forgiving?

Low |—————| High

Scale 2 : Physical Demand

How much physical activity was required (e.g., pushing, pulling, turning, controlling, activating, etc...)?

Was the work easy or demanding, slow or brisk, slack or strenuous, restful or laborious?

Low |—————| High

Scale 3 : Temporal Demand

How much time pressure did you feel due to the rate or pace at which the work had to be done?

Was the pace slow and leisurely or rapid and frantic?

Low |—————| High

**Evaluation de la
"Difficulté de la tâche" [2/2]**

Scale 4 : Performance

How successful do you think you were in accomplishing the goals of the tasks set by the respective work demands ?

How satisfied were you with your performance in accomplishing these goals ?

Poor |-----| Good

Scale 5 : Effort

How hard did you have to work (mentally or physically) to accomplish your level of performance ?

Low |-----| High

Scale 6 : Frustration Level

How insecure, discouraged, irritated, stressed, and annoyed versus secure, gratified, content, relaxed and complacent did you feel during the past part of the test.

Low |-----| High

Echelle de Pénibilité

Avez-vous trouvé la période qui vient de s'écouler :

Très facile |-----| Très difficile

A N N E X E 4.3

APRES LE VOL

*** * ***

- Evaluation de la fatigue -

Date Jour Mois Année Heure de coucher

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ? (cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

- Evaluation de la fatigue -

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ?

(cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

- Evaluation de la fatigue -

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ?
(cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

- Evaluation de la fatigue -

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ?

(cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

Caractéristiques de la 1ère journée de récupération

Nous souhaitons caractériser votre journée sur le plan des rubriques principales exposées ci-dessous. Nous vous demandons d'indiquer **l'heure de début et l'heure de fin** de la ou des plages de temps consacrée(s) à chacune d'entre elles.

Activités de détente :

Télévision :

Lecture :

Cinéma :

Autres :

Sport (*Précisez le type d'activité et la plage horaire*) :

Bricolage (*Précisez le type d'activité et la plage horaire*) :

Consommation :

	heure	quantité
Café (1)		
Thé (1)		

	heure	quantité
Coca-cola (2)		
Alcool (2)		

Cigarettes (3) :

Nous vous demandons d'indiquer l'heure approximative de chaque prise ainsi que la quantité en nombre de tasses (1) ou de verres (2). Pour la consommation de tabac, indiquez la quantité de cigarettes sur la journée (3).

2ème sommeil nocturne - à remplir **au coucher**

- Evaluation de la fatigue -

Jour Mois Année
 Date Heure de coucher

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué
 Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ?
 (cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

- Evaluation de la fatigue -

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ?

(cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

- Evaluation de la fatigue -

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ?

(cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

- Evaluation de la fatigue -

Selon votre sensation actuelle, placez une croix sur les échelles suivantes :

En forme |-----| Fatigué

Somnolent |-----| Eveillé

A l'issue de la période qui vient de s'écouler, vous avez ressenti ou ressentez les manifestations suivantes, avec quel degré ?

(cochez la case qui convient) :

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Difficultés à mémoriser des informations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manque de concentration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bourdonnements dans les oreilles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Périodes d'inattention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maux de tête	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Morosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensation diffuse de fatigue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans les jambes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la vigilance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Envie croissante et irrésistible de dormir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réduction de la motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picotements au niveau des yeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans l'action	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lenteur dans la compréhension	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Désorientation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tendance à oublier des informations ou des actions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs au niveau du dos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreur d'interprétation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Illusions visuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douleurs dans la nuque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impatience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Difficultés d'estimation du temps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autres, précisez :-----

Caractéristiques de la 2ème journée de récupération

Nous souhaitons caractériser votre journée sur le plan des rubriques principales exposées ci-dessous. Nous vous demandons d'indiquer **l'heure de début et l'heure de fin** de la ou des plages de temps consacrée(s) à chacune d'entre elles.

Activités de détente :

Télévision :

Lecture :

Cinéma :

Autres :

Sport (*Précisez le type d'activité et la plage horaire*) :

Bricolage (*Précisez le type d'activité et la plage horaire*) :

Consommation :

	heure	quantité
Café (1)		
Thé (1)		

	heure	quantité
Coca-cola (2)		
Alcool (2)		

Cigarettes (3) :

Nous vous demandons d'indiquer l'heure approximative de chaque prise ainsi que la quantité en nombre de tasses (1) ou de verres (2). Pour la consommation de tabac, indiquez la quantité de cigarettes sur la journée (3).

