

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SAAD DEHLEB BLIDA
Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département : Aéronautique**



**Mémoire pour l'obtention
du diplôme d'ingénieur d'état en Aéronautique
Option : opérations Aériennes**

THEME

**Etude de la fatigue en aéronautique pour
les personnels navigants**

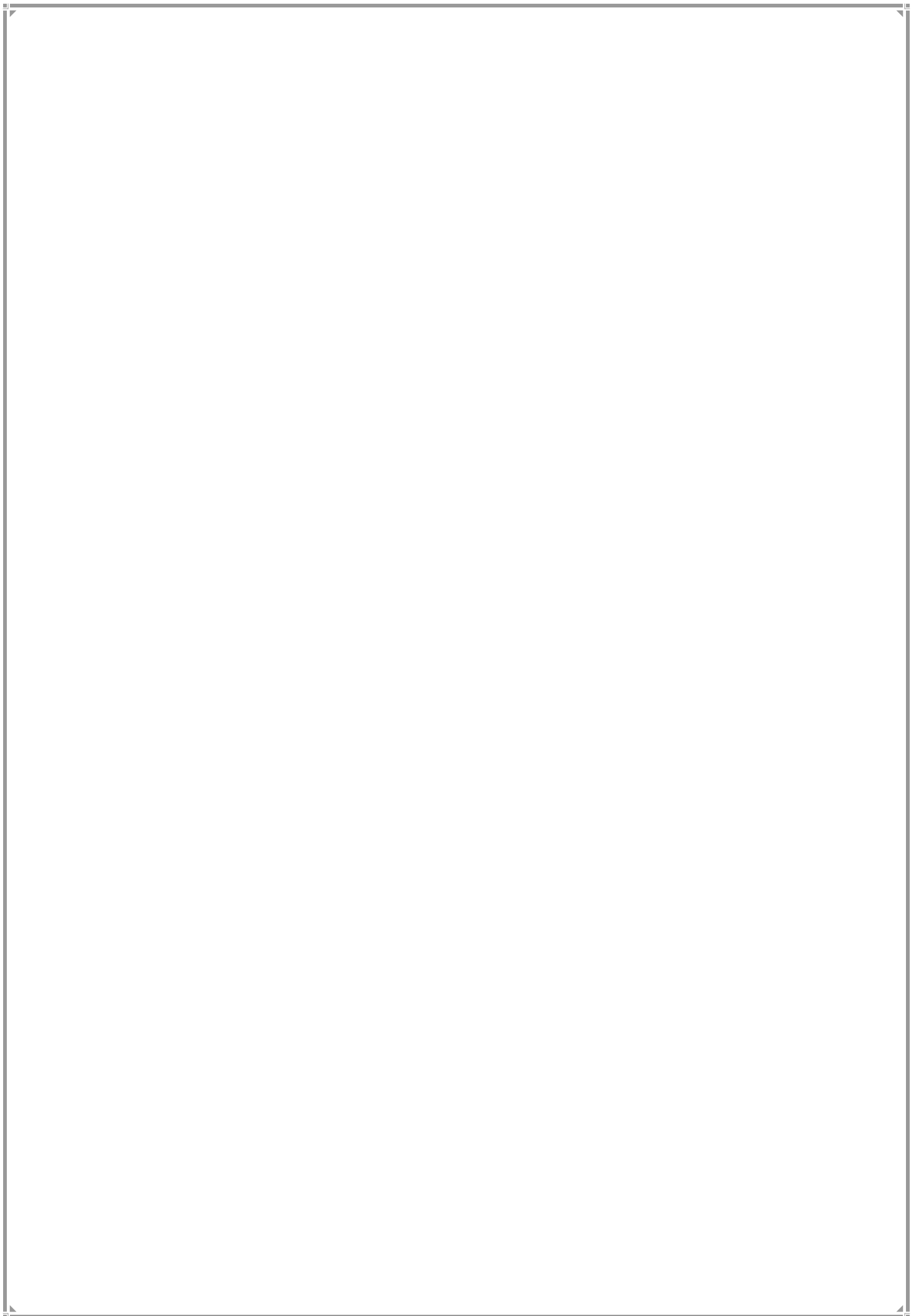
PRESENTE PAR :

**M^r : Bouzidi Mohamed Toufik
M^r : Sadok Bilal**

ENCADRE PAR :

M^r:Boudani Abd elkader

ANNEE UNIVERSITAIRE 2010/2011



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Bouzidi Iliess pilote de ligne et les personnels navigants d'air Algérie (air Algérie) .
2. la direction de ressource humaine d'air Algérie
3. 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.).
4. Cabon, P., Coblentz, A., Mollard, R. & Fouillot, J-P.- Human vigilance in railway and long-haul flight opération.- *Ergonomics*, vol. 36, n° 9, 1993, pp. 1019-1033.
5. Graeber, C., Rosekind, M.R., Connell, J.J., & Dinges, D.F. (1990).- Cockpit Napping. *ICAO Journal*, 5-10.
6. Coblentz et coll. (1997). Etude de la fatigue en Aéronautique. Phase II. Paris
7. Mollard, R., Bougrine, S., Cabon, P., Mourey, F., & Coblentz, A.- Fatigue and sleepiness : same or différent : a research in aviation.- The Ninth International Symposium on Aviation Psychology, Columbus (Etats- Unis), 27 Avril-1 Mai 1997.
8. 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.
9. 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.
10. Cabon, P., Mollard, R., Bougrine, S., Coblentz, A., Speyer, J.J.- Coping with long range flying. Recommendations for crew rest and alertness. Airbus Industrie éd.- Blagnac : Novembre 1995.- 215 p.
- 11 .Klein, K.E., Wegmann, H. & 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.
12. Wegmann, H.M. & Klein, K.E.- Jet lag and aircrew scheduling.- In : Temporal Factors in work-scheduling / J. S. Warm.- New York : John Wiley and Sons, 1986.- pp. 263-275.

RESUME

Notre travail intitulé « Etude de la fatigue en aéronautique pour les personnels navigants » consiste à faire une étude de la fatigue des personnels navigants (AVANT, PENDANT, APRES LE VOL) et cela a partir d'un questionnaire sur la fatigue dans le métier de navigant aérien concernant tout les types de vol on fuse des statistiques.

Finalemnt, on conclue les techniques et les stratégies pour lutter contre la fatigue.

ABSTRACT

Our work intituled « Study of fatigue in aviation for the cabin crew » consists in making study the fatigue of navigation crew, and that starts by questionnaire about fatigue and profession of air navigation ,about all flight we makes the result of this work .

Finally, one concludes technique and strategies to fight cons and cheek the fatigue.

الهدف من هذا العمل " دراسة التعب عند طاقم الملاحة الجوية " هو تقديم تقرير خاص بطرق و وسائل مكافحة التعب عند طاقم الملاحة الجوية وذلك بدراسة أسبابه و مظاهره أسئلة مدروسة و مؤطرة بتحليل و منهجية علمية التحليق - رحلة جوية- التي يتسبب بها

Remerciements

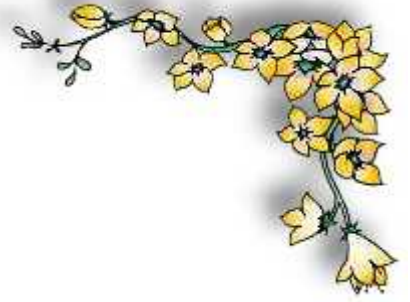
Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu, le bon dieu(Allah) qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour terminer ce projet de fin d'étude.

Nous tenons à exprimer nos profondes à notre promoteur Monsieur *Boudani* pour ces aides précieuses qu'il nous a offerts et sa disponibilité à tout moment pour l'élaboration de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos profondes à Monsieur *Bouzidi Iliess* pilote de ligne, à tous les personnels navigants d'air Algérie et à tout le personnels de la direction de ressource humain d'air Algérie de ses collaborations.

On exprime notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à assurer notre formation et qui ont contribué de près ou de loin à acheminer ce travail.

Enfin, nous présentons tous nos vifs et sincères remerciements à monsieur le président et les membres du Jury qui ont accepté d'honorer par leur présence notre travail.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents engage de la patience dont ils ont fait preuve tout au long de mon cursus universitaire.

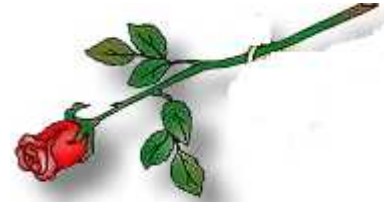
A mon cher père

A ma très chère mère.

A mes très chers frères

Et a ma cher sœur

A elle.....



A mon binôme et toute sa famille.

A mes chers amis Saleh, ,mouchi ,Fayçal,Alex,

A tous ceux qui connaissent bilal

**Je dédie le fruit de toutes mes anné*

B.Sadok



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents engage de la patience dont ils ont fait preuve tout au long de mon cursus universitaire.

A mon cher père

A ma très chère mère.

A elle.....

A mes très chers frères

Et mes chères sœurs

A mon binôme et toute sa famille.

A mes chers amis

A tous ceux qui connaissent Toufik

**Je dédie le fruit de toutes mes années*

Bouzidi M. Toufik

SOMMAIRE

RÉSUMÉ

DÉDICACES

REMERCIEMENTS

TABLES DES MATIÈRES

LISTES DES FIGURES

INTRODUCTION

CHAPITRE.I : Généralités

I.1-Historique du transport aérien	01
I.2-Définition transport aérien	01
I.3-Les différents types du transport aérien	02
I.4-Les Catégorie des vols	02
I.5-Définition d'une Compagnie aérienne	03
I.6-le transport aérien en Algérie.....	03
I.6.1/Air Algérie	03
I.6.1.1/Historique.....	03
I.6.1.2/Moyens matériels et humains d' Air Algérie	04
I.7-Le besoin de prendre en compte le facteur humain.....	06
I.7.1-Le facteur humain	07
I.8- Définitions	07

CHAPITRE.II : Le métier de navigant aérien et la fatigue

II.1. Le métier de navigant aérien	11
II.1.1. La fatigue des PN expliquait bien des accidents d'avion.....	11
II.1.2. Les incidents et les accidents liés à la fatigue en aéronautique.....	12
II.1.3. Analyse des incidents - accidents sur la fatigue en vols.....	13
II.2. La fatigue	15
II.2.1 Les manifestations de la fatigue	15
II.2.1.1 Les manifestations spécifiques	16
II.2.1. 2 La fatigue générale	18
II.2.2. La fatigue en aéronautique.....	20
II.2.2.1. Principales causes	21
II.2.2.2 Les vols long-courriers.....	21
II.2.2.3 Les vols court-courriers.....	21

CHAPITRE.III : ENQUETE SUR LA FATIGUE DES PERSONNELS NAVIGANTS

III.1. Objet.....	22
III.2. Contenu du questionnaire.....	22
III.3. - Réponses aux questions fermées.....	22
III.3.1. Méthode d'analyse.....	22
III.3.2. Résultats.....	23

III.3.2.1 Interactions entre nature des activités et fatigue.....	23
III.3.2.2 Impact de modifications liées au déroulement du vol sur la sensation de fatigue.....	28
III.3.2.3 Effets de la fatigue sur la réalisation des principales tâches des PN.....	29
III.3.2.4 Les manifestations de la fatigue.....	31
III.4. Réponses aux questions ouvertes.....	33
III. 4.1. Méthode d'analyse.....	33
III. 4.2. Résultats.....	33
III. 4.2.1 Caractéristiques des rotations fatigantes.....	33
III. 4.2.2 Les stratégies de lutte contre la fatigue.....	36
III. 4.2.3 Les manifestations de la fatigue pour soi-même et chez les coéquipiers.....	38

CHAPITRE.IV : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

IV .1 SYNTHÈSE.....	41
IV.1.1 Les causes de la fatigue	41
IV.1.2 Les manifestations de la fatigue	41
IV.1.3. La récupération	42
IV.2. RECOMMANDATIONS.....	42
IV. 3. CONCLUSIONS	44

CONCLUSION

ANNEXE

BIBLIOGRAPHIE

Liste des figures

Fig. N°	Titre	Page
II.01	-Impact de chacun des facteurs sur la fatigue, pendant les phases de montée et de descente Répartition suivant l'âge.	26
III.02	- Impact de chacun des facteurs sur la fatigue, pendant les phases de montée et de descente -Répartition suivant la fonction.	27
III.03	-difficulté lors de la réalisation de différentes tâches.	30
III.04	-Caractéristiques des rotations fatigantes. Items les plus associés	35

TABLES DES MATIÈRES

Tableau N°	Titre	Page
I.1	-Exemples de facteurs pouvant exercer une influence (positive ou négative) sur le comportement de l'homme au travail.	07
II.1	-Principales manifestations de la fatigue sur les plans physiologiques et psychomoteurs.	16
II.2	-Effets de la fatigue et du manque de sommeil sur la performance de l'équipage.	21
III.1	-Fréquences des réponses à la question n°9	24
III.2	-Fréquences des réponses à la question n°11 pour l'ensemble des PN.	28
III.3	-Fréquences des réponses à la question n°13	32
III.4	-Fréquence des réponses à la Q 7 en fonction du type de rotation effectuée	34
III.5	-Fréquence des réponses à la question 8. Stratégies de lutte contre la fatigue avant la rotation.	37
III.6	-Fréquence des réponses à la question 8. Stratégies de lutte contre la fatigue pendant la rotation	38
III.7	-Fréquence des réponses à la question 8. Stratégies de lutte contre la fatigue après la rotation.	38
III.8	-Fréquence des réponses à la question 10 pour l'ensemble de l'échantillon (analyse globale) et en fonction du type de rotation effectuée.	39
III.9	-Fréquence des réponses à la question 10 pour l'ensemble de l'échantillon (analyse globale) et en fonction du type de rotation effectuée	39

Introduction

La gestion et l'exploitation des ressources humaines n'a jamais été une tâche facile. Mais aujourd'hui plus que jamais, l'aéronautique doit prendre acte des besoins particuliers d'employés qui travaillent en dehors de l'horaire classique du «8heures à 5h», du dimanche au jeudi. La conception non traditionnelle (ou atypique de programme de travail) comporte des avantages tant pour les compagnies aériennes que pour les employés. Mais il est important que les compagnies aériennes et les employés connaissent les conséquences des heures de travail atypiques sur la sécurité et sur la vie familiale et sociale, sans quoi ils risqueraient de prendre des décisions qui pourraient compromettre ces avantages. De plus, il est essentiel de gérer de façon compétente et efficace la main d'œuvre, pour respecter les exigences du règlement de l'aviation et pour maximiser la productivité au travail.

Il peut être aussi dangereux de travailler fatigué que sous l'influence de l'alcool ou de drogues. Vous pouvez perdre votre concentration, commettre des erreurs dans l'appréciation des coordonnées et des distances, réagir plus lentement, et même tomber endormi. La fatigue peut aussi vous rendre maussade et irritable, et vous amener à prendre des risques. Chacun de ces problèmes peut constituer un danger pour vous-même et les autres.

Ce projet a été proposé dans le but d'étudier les causes de la fatigue, les manifestations de la fatigue, et la récupération.

Notre travail se résume sur les points suivants :

*Dans le premier (généralités) on a fait un petit rappel sur l'historique, définitions du transport aérien et Le facteur humain.

*Dans le 2^{ème} on a fait une description du métier de personnel navigant; et la fatigue.

*Dans le 3^{ème} on a fait une enquête (QUESTIONNAIRE ; Résultats et Méthode d'analyse) sur la fatigue de personnels navigants.

*Enfin dans le 4^{ème} on a exposé la synthèse des résultats et recommandations.

I.1-Historique du transport aérien :

Pendant des siècles, les hommes essayèrent de s'envoler dans les aires, mais leurs tentatives audacieuses restent vaines en 1783 enfin les frères Montgolfier et surtout Charles et Robert mettent au point des aérostats plus légers que l'air.

Pendant un siècle les ballons dérivèrent à la merci du vent, puis ce fut l'ère brève des dirigeables capables de naviguer, des pionniers ambitieux expérimentaient déjà des planeurs ou des appareils à moteur, Georges Gayole inventa les avions auxquels Clément Ader donna un nom avant de devenir très probablement le premier à avoir réussi un décollage en 1890.

En 1903, enfin les frères Wright inventèrent le pilotage, qui aurait alors pu prévoir qu'en deux générations, les hommes voleraient plus vite que le son atterriraient sur la lune ?

Moins de cent ans après le premier vol (17 déc. 1903), l'avion est devenu un mode de transport banal dans les sociétés avancées et un outil précieux de développement pour les autres pays.

Le transport aérien a connu au lendemain de la première guerre mondiale, l'utilisation d'appareil militaire sommairement adaptés à cette nouvelle tâche, pilotés par des aviateurs en instance de démobilisation.

Un réseau aérien commença ainsi à relier les grandes villes européennes ou américaines, à joindre les métropoles aux parties les plus lointaines de leurs empires, et à suppléer aux troupes de surface là où les rigueurs du climat les distançaient, les difficultés du relief, ou la longueur des distances à parcourir les rendaient inexploitable.

La veille de la seconde guerre mondiale, les progrès du matériel volant avaient permis au transport aérien d'atteindre, dans certains cas, la rentabilité et de dessiner un réseau permettant de faire le tour du monde grâce aux traversées transatlantiques et transpacifiques

À la fin de la seconde guerre mondiale deux facteurs ont joué un rôle déterminant :

Le dynamisme de l'économie d'après-guerre et surtout les spectaculaires progrès techniques réalisés par l'industrie aéronautique entre le DC-6 des années cinquante et le Boeing 747 du début des années soixante-dix.

I.2-Définition transport aérien :

Le transport aérien est une activité réglementée, est défini dans le code de l'aviation civile comme consistant à acheminer par aéronef, d'un point à destination, des passagers, du fret ou de courrier à titre onéreux.

Trois documents sont indispensables pour exercer une activité de transport aérien :

Le certificat de transport aérien (CTA) délivré à l'entreprise après quelle ait présenté des garanties techniques suffisantes démontrant qu'elle est en mesure de respecter la réglementation technique.

La licence d'exploitation de transporteur aérien, attribué au vu des garanties morales et financières.

L'autorisation d'exploiter des services aériens, qui vient compléter la licence en précisant les zones d'activité.

L'importance du transport aérien est bien évidente dans le cas du trafic intérieur notamment en raison de grandes distances à couvrir et de la dispersion de la population.

I.3-Les différents types du transport aérien :

Le transport aérien c'est diversifier par plusieurs activités dont le transport commerciale le fret le courrier. Ceci se définit par :

A-Le transport de passager (commerciale) :

Le transport aérien a acquis le monopole des transports intercontinentaux au détriment des paquebots. Désormais, il prend également en charge la quasi-totalité des liaisons internationales inter continentales comme suite :

- Une part croissante de la liaison intérieure supérieure à 500Km.
- Il transporte annuellement près de deux milliards de passagers.
- Le transport aérien mondial s'est accru de 82 en nombre de passagers transportés.

B- Le transport de marchandises (fret):

Il est effectué par les avions des lignes, par des appareils gros-porteurs, par des avions cargos.

Le succès de ce mode de transport, sans cesse croissant, s'explique, non seulement par sa rapidité et sa sécurité mais par les économies substantielles réalisées sur :

- Les emballages qui doivent être résistants.
- Les frais d'assurance et frais de stockage.
- La durée d'immobilisation des capitaux.

C- Affrètement charter :

L'affrètement consiste à vendre un vol complet (nombre maximum de passager) à une date et sur destination donnée.

Le vol est généralement acheté par des organisations de voyage qui le revendent sec ou plus courant accompagner.

D'autre prestation (hôtellerie, circuit) cette activité obéit sur le plan réglementaire aux mêmes contraintes que le transport aérien régulier.

Pour diminuer le coût du billet, les compagnies font appel aux mêmes principes que les compagnies à bas coût, une différence importante subsiste les compagnies d'affrètement : ils ne vendent pas directement leurs billets et le passager ignore souvent sur quelles compagnies il effectuera son trajet. Cette pratique incite les organisateurs de voyage à faire appel à des transporteurs dont la fiabilité et la sécurité est parfois incertaines. Dans cette activité on y trouve aussi une foule de petites compagnies basées dans des pays moins regardant sur l'application de la réglementation. Louant des appareils âgés réformés par la compagnie aérienne régulière. Le taux d'accidents relativement élevé est l'origine des doutes du public vis-à-vis de ces compagnies malgré ces pressions il n'existe en France début des années 2000 aucune mesure spécifique de transport obligeant les organisateurs de voyage à avertir le client au moment de l'achat, des performances de la compagnie utilisée en matière de fiabilité.

I.4-Les Catégorie des vols :

- 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)

I.5-Définition d'une Compagnie aérienne :

La compagnie aérienne est une entreprise qui s'occupe du transport des personnes et des biens sur une voie ou un ensemble de voies (réseau) en proposant son produit sur le marché non homogène.

L'entreprise aérienne doit faire face à la tarification, la concurrence et la promotion de son produit et à la réglementation de l'environnement national et international.

La vente du produit sur le marché lui procure des recettes d'exploitation et engendre des dépenses d'exploitation par l'utilisation des ressources humaines (personnel au sol, personnel navigant commercial et personnel navigant technique), et des ressources matérielles (flottes, équipement, infrastructures...).

I.6-le transport aérien en Algérie (Air Algérie) :

I.6.1/Air Algérie :

I.6.1.1/Historique :

Dès le lendemain de l'indépendance Air Algérie est considérée comme l'instrument privilégié de l'exercice de la politique du pays, qui devait permettre à l'Algérie de développer et réaffirmer les coopérations commerciales et culturelles avec partenaires au niveau national et international, la principale préoccupation des pouvoirs publics consistait à promouvoir l'aviation de façon à répondre à des besoins de plusieurs aides géographiques, économiques, sociales et transitoires.

Depuis la fin de la 2^{ème} guerre mondiale le réseau des lignes aériennes entre l'Algérie et la France était desservi par la société Air Algérie.

En 1974 Air Algérie est né dans le but d'exploiter ce même réseau.

Le 23 mai 1953, après la fusion des deux compagnies, la compagnie de transport aérien entra officiellement en activité.

Après l'indépendance de l'Algérie, et précisément en Janvier 1963 Air Algérie devient une compagnie nationale sous tutelle du ministère des transports, mais dans cette période, le contrôle de l'état était assuré à 51%, les 49% restantes étaient détenues par Air France.

En 1970 après que les parts de l'état algérien atteignent les 80% y compris le capital de la compagnie. Air Algérie a procédé au renouvellement de sa flotte.

L'Année 1971 étant une date historique dans la vie de la compagnie. Venant de Seattle (USA) deux (02) Boeing 727-200 à Alger, date des perfectionnements techniques et commerciaux.

Par cette acquisition Air Algérie est la première compagnie en Afrique à utiliser à ce sujet des Aéronefs type JET.

Le 12 décembre 1972 l'état algérien détient 100% des parts d'Air Algérie, mais cette nationalisation ne sera effective qu'en 1974.

Le 17 Février 1997 Air Algérie devient une entreprise publique économique (E.P.E) ayant le statut de société par action (S.P.A) au capital de 14000.000 DA.

Parmi les perspectives de la compagnie c'est d'être efficace rentable et importante au sein des grandes compagnies internationales grâce au dynamique et à l'engagement d'un personnel compétant totalement algérianisés.

I.6.1.2/Moyens matériels et humains d'Air Algérie :

A-Moyens matériels:

Air Algérie dispose aujourd'hui d'une flotte composée de 39 avions.

➤ Flotte passagers :

- ❖ 03 Boeing 767-300 avec une capacité de transporter 253 passagers par avion.
- ❖ 02 Airbus A 310-200 capacité 216 passagers, capacité de charge 08 tonnes.
- ❖ 10 Boeing 727-200 capacité 147 passagers, capacité de charge de 03 à 06 tonnes.
- ❖ 07 Focker, capacité de 44 passagers, capacité de charge 7 tonnes.
- ❖ 15 Boeing 737 offrant une capacité de charge de 13 tonne.

➤ Flotte cargo:

- ❖ 02 hercules 100-30, capacité de charge 20 tonnes.

A ces capacités, il faut ajouter la charge offerte par les soutes des avions mixtes qui sont respectivement de l'ordre de 3 à 5 tonnes pour les avions de types Boeing 737/727/767.

En plus :

- ❖ King Air 100
- ❖ 07 Cessna model 208
- ❖ 08 hélicoptères
- ❖ 10 Grumman utilisés pour le traitement des insectes, capacité de 01 tonne.

Ainsi que l'achat de 10 appareils nouveaux type B 737-800 en 2001 et 2002,

737-600 en remplacement 727-200/ 737-200

B-Moyens humains :

Air Algérie a su investir dans la formation du personnel, si bien qu'elle dispose aujourd'hui que d'un personnel de nationalité algérienne :

- Un personnel de conduites des aéronefs qui lui confère une grande réputation de sécurité.
- La maintenance de sa flotte assurée par ses propres moyens.
- Un centre hôtelier ou commissariat (catering) lui permettant de couvrir ses besoins au départ de l'Algérie, ainsi que l'assistance des compagnies étrangères.

Air Algérie compte aujourd'hui un effectif de 9327 employés ; les catégories de son personnel se répartissent comme suit :

- ❖ 8140 personnels au sol.
- ❖ 502 personnels navigants techniques.
- ❖ 685 personnels navigants commerciaux.

Aujourd'hui Air Algérie c'est aussi :

- ❖ le troisième transporteur en Afrique.
- ❖ 3.500.000 passagers transportés chaque année.
- ❖ 36 villes desservies dans 24 pays, et 40 escales en Algérie.
- ❖ jusqu'à 120 vols quotidiens en programme de pointe.
- ❖ un réseau de vente comprenant 150 agences en Algérie et à l'étranger

Reliées à son système de réservation.

- ❖ l'agent général de 36 compagnies aériennes étrangères
- ❖ des charters pétroliers qui transportent quelque 500.000 passagers par an.
- ❖ Des charters Omra et Hadj qui transportent les pèlerins vers les lieux saints de l'Islam.

I.7-Le besoin de prendre en compte le facteur humain :

Depuis les années 1960, le taux d'accidents aériens ne fait que décroître pour atteindre un seuil minimal sans pour cela atteindre le zéro accident et par voie de conséquence le zéro mort.

Beaucoup de professionnels, de spécialistes, se sont attachés à comprendre et interpréter ces résultats.

La catastrophe de Ténériffe en 1977, où deux Boeing 747 se percutent au sol provoquant le décès de 587 passagers et membres d'équipages, interloque le monde de l'aéronautique, avec pour chacun, deux questions essentielles, "pourquoi?" et surtout "comment?".

L'enquête diligentée a déterminé que les avions étaient en bon état.

On sait aujourd'hui que l'officier mécanicien navigant d'un des deux 747 se doutait qu'il y avait un autre 747 sur la piste.

Il faut se rappeler, que nous sommes en 1977, quelles ont été les raisons pour que l'Officier Mécanicien Navigant se taise, pourquoi n'a-t-il pas informé le reste de l'équipage?

En 1978, à Portland un DC8 s'écrase faute de carburant suite à une panne de signalisation de train d'atterrissage, l'équipage s'est focalisé sur la panne, l'enquête déterminera que plusieurs fois dans les trente dernières minutes de vol, il a été question de carburant restant.

Mais l'équipage « n'était pas là », il oeuvrait à comprendre la panne, à répondre aux questions du contrôle au sol, et lorsque les réacteurs se sont éteints il était déjà trop tard.

Deux exemples d'accidents qui démontrent l'importance de s'interroger sur le comportement humain sous diverses formes comme diverses cultures.

De ce point de départ est arrivé le C.R.M, Cockpit Ressource Management, principalement axé sur les équipages et leurs relations à l'intérieur d'un avion.

En même temps nous avons vu arriver les sciences cognitives, (sciences de la connaissance), les réflexions sur les techniques, l'ergonomie et la compréhension de l'être humain dans divers domaines à risque (nucléaire, transport ferroviaire,...).

Aujourd'hui le terme de facteurs humains est dans toutes les bouches, mais savons nous ce que veut dire ce terme, à quoi cela peut il servir?

En premier lieu à la sécurité aérienne, ou par réflexion à toutes les situations, en voiture, dans l'entreprise, dans la vie de tous les jours.

L'intérêt premier de la connaissance des facteurs de performance humaine, dans la maintenance et l'inspection des aéronefs, favorise la sécurité des biens et des personnes et par voie de conséquence une diminution des coûts d'une compagnie ou d'un atelier par la réduction des accidents ou incidents et par une gestion plus efficace de la maintenance, en temps comme en qualité.

Lorsque l'on sait que 70% des informations reçues par le cerveau, proviennent de la vision, pour y être interprétées, il est courant d'entendre "j'ai regardé, mais je n'ai pas vu".

De ce point de départ commence la construction d'un modèle d'erreur, qui si il n'est pas corrigé par un raisonnement humain, "ai-je bien regardé ou ai-je vraiment vu ?", s'amplifiera, deviendra plus difficile à rectifier, jusqu'à l'accident.

I.7.1-Le facteur humain :

« L'homme, ses comportements et ses modalités de fonctionnement, les facteurs internes et externes qui influencent ces comportements. L'incidence de ces comportements sur la qualité et la fiabilité. »

Les modalités de fonctionnement concernent l'homme dans ses dimensions physiologique, psychologique et sociologique.

Les facteurs internes relèvent des caractéristiques individuelles de l'opérateur. Les facteurs externes concernent plus particulièrement l'organisation du travail et l'environnement. Le lecteur peut se référer au tableau 1.

Tableau 1 : Exemples de facteurs pouvant exercer une influence (positive ou négative) sur le comportement de l'homme au travail

Facteurs internes	Facteurs externes
<ul style="list-style-type: none"> • L'âge, le sexe • L'ancienneté dans l'entreprise et dans le poste • L'état de santé • La formation : diplômes, expérience. • Le parcours professionnel • La motivation, le plaisir au travail 	<ul style="list-style-type: none"> • L'organisation du travail : la répartition des tâches, les cadences, le contrôle, les horaires • L'environnement physique (bruit, chaleur, exposition à des produits toxiques), le poste de travail • Le mode de management : participatif ou dirigiste, paternaliste... • Les aspects psychosociaux : existence de conflits, ambiance de travail, relations humaines, rôles, statuts et attitudes • Les politiques de l'entreprise : développement, qualité, ressources humaines, économie, culture • Les dispositifs de travail : interfaces homme-machine, procédures, machines

D'autres acceptions distinguent le facteur humain : la composante humaine de l'entité considérée (l'entreprise par exemple), et les facteurs humains, c'est-à-dire les dispositions de base des équipes et des individus (volonté et capacité collectives et individuelles) qui leur permettent d'accomplir leurs activités.

I.8- Définitions :

A- Un programme de sécurité :

Est un ensemble intégré de règlements et d'activités visés améliorant la sécurité.

C'est un élément essentiel de renforcement général de la gestion de sécurité, plan de l'OACI pour la sécurité de l'aviation dans le monde revitalisé, initialement formulé en 1997 pour apporter une vision d'ensemble de la sécurité de l'aviation.

En 2007 ce plan a été élargi pour prendre en compte la feuille de route pour la sécurité de l'aviation dans le monde, mise au point par l'industrie en collaboration de l'OACI.

L'objectif principal est de réduire le risque d'accidents en apportant un cadre de référence commun pour toutes les parties prenantes.

B- Enquête :

Un processus orienté afin de la prévention des accidents qui inclut le rassemblement et l'analyse de l'information, le schéma de conclusions, y compris la détermination des causes et, fabrication des recommandations de sécurité si appropriées.

C- Accident d'aviation :

Tout événement survenu au cours d'une évolution ou manœuvre quelconque d'un aéronef ayant entraînée suivant des circonstances particulières:

- Des dommages physiques à l'équipage ou aux passagers (en vol ou au sol).
- Des dommages physiques aux tiers au sol
- Des dommages importants aux biens à la surface
- Des dommages au matériel volant, ayant provoqué l'interruption du voyage en cours, ou ne pouvant être réparés dans de courts délais ni par les moyens de bord, ni par un service de piste.

Sont inclus dans cette désignation les accidents de parachute et les accidents causés par la marche des organes motopropulseurs d'un aéronef, même s'ils ne surviennent pas au cours d'une évolution de celui-ci.

D- Incident de l'Avion :

Est Evénement autre que l'accident lié à l'exploitation d'un aéronef qui compromet ou qui pourrait compromettre la sécurité de l'exploitation.

D.1- Incident grave :

Un incident est dit « grave » lorsque les circonstances indiquent qu'un accident d'aéronef a failli se produire.

E- Sécurité :

La sécurité est l'état dans lequel le risque de mal aux personnes ou les dégâts matériels est réduit, et/ou maintenu à un niveau acceptable par un processus continu d'identification et gestion des risques.

F- Le risque :

Est le potentiel évalué pour des conséquences défavorables résultant d'un risque. Il est la probabilité que le potentiel du risque de causer le mal sera réalisé

G- Menaces :

Pendant des vols normaux, les équipages font face par habitude à des situations créées en dehors de l'habitacle qu'ils doivent contrôler et qui augmentent la complexité opérationnelle de leur tâche et posent un certain niveau de risque de sécurité.

Ces menaces peuvent être relativement mineures (comme la congestion de fréquence), à travers au commandant (tel qu'un avertissement d'une panne moteur).

Quelques menaces peuvent être prévues (comme une situation élevée de charge de travail pendant l'approche) et l'équipage peut donner des instructions à l'avance, par exemple, "en cas d'un tour...".

D'autres menaces peuvent être inattendues puisqu'elles se produisent sans avertissement, aucun briefing avancé n'est faisable (par exemple, un TCAS consultatif

H- Erreurs :

Les erreurs sont une partie normale de tout le comportement humain, n'importe quelle action ou inaction par l'équipage de vol que cela mène aux déviations à partir du comportement prévu est à considérer une erreur.

Les erreurs d'équipage de vol tendent à réduire la marge de la sécurité et augmenter la probabilité des accidents.

Heureusement, les humains sont généralement tout à fait efficaces dedans l'équilibrage du conflit exigé entre "obtenir le travail fait" et "obtenir le travail fait sans risque".

-OACI identifie cinq catégories des erreurs d'équipage. Celles-ci incluent :***H.1- Erreur de communication :***

Dis communication, interprétation fausse, ou manque de communiquer convenable l'information parmi l'équipage de vol ou entre l'équipage de vol et un agent externe (par exemple, ATC ou personnel de fonctionnements au sol) ;

H.2- Erreur de compétence :

Manque de la connaissance ou (de "bâton et de gouvernail de direction") qualifications psychomotrices ;

H.3- Erreur de décision opérationnelle :

Erreur de prise de décision qui n'est pas normalisée par règlement ou les procédures et celle d'opérateur compromet inutilement la sûreté (par exemple, une décision d'équipage à voler par un cisaillement connu de vent à l'approche au lieu de circuler) ;

H.4- Erreur procédurale :

Déviations dans l'exécution des procédures de normalisation et/ou d'opérateur. L'intention est correcte mais l'exécution est défectueuse. Cette catégorie inclut également des erreurs où un équipage a oublié de faire quelque chose ;

H.5-Erreur intentionnelle de manque de conformité :

Déviations obstinées de procédures de règlements et/ou d'opérateur (C.-à-d. violations).

- Le déclenchement des erreurs est favorisé par :

- Le contexte
- L'environnement (conditions météo...)
- La fatigue (manque de sommeil, La charge de travail ...)
- Le stress

I- La fatigue :

La fatigue correspond à la consommation des ressources énergétiques disponibles et à l'accumulation de toxines résultant de l'activité physique ou intellectuelle. Ses symptômes peuvent être d'ordre physique (lourdeur ou douleur musculaire), psychologique (difficulté de concentration), ou les deux.

La fatigue affecte la performance : par exemple un vol de trois heures effectué en conditions météorologiques difficiles entraînera une grande fatigue pouvant avoir des conséquences non seulement sur l'atterrissage, mais également sur les capacités de jugement du pilote.

Elle peut même apparaître en l'absence d'activité : la performance se dégrade au-delà de 8 heures d'activité, et d'une façon plus accentuée au delà de 12 heures d'éveil.

J- Horloge biologique : (rythmes circadiens)

Le cycle jour/nuit est l'un des rythmes environnementaux les plus prévisibles qui régit l'organisme. Ce cycle explique pourquoi le soir, nous nous endormons et pourquoi nous avons tendance à rester réveillés le jour. Plusieurs rythmes biologiques, comme la somnolence et la vigilance, la sécrétion d'enzymes digestives, la production d'hormones et la température corporelle ont une période de 24 heures. On les désigne «rythmes circadiens».

K- Le sommeil :

Le sommeil se définit comme un état d'inconscience partielle ou complète, pendant lequel les fonctions volontaires sont suspendues et l'organisme se repose et récupère.

II.1- Le métier de navigant aérien :

Dans l'aviation civile, le personnel navigant (PN) nécessaire à la manœuvre de l'avion, à la sécurité du système et au bien-être des passagers est constitué d'un personnel navigant technique (PNT) : commandant de bord (CDB) et officier pilote de ligne (OPL) ; et d'un personnel navigant de cabine (PNC) : chef de cabine, hôtesses ou/et stewards.

Des personnels au sol interviennent dans le fonctionnement du système, en appui de l'équipage, et sont indispensables à la réalisation de la mission. Néanmoins ils ne seront pas étudiés ici sauf comme éléments en interface avec le système avion. Les PNT et les PNC constituent un équipage dont l'objectif principal est de réaliser une mission qui inclut des objectifs intermédiaires différents selon que l'on est PNT (relation avion environnement) ou PNC (relation avion-passagers).

Pour les pilotes, la conduite de la mission s'apparente à celle d'un processus qui dépasse la notion de « pilotage » : piloter relève d'une tactique à court terme (agir sur les circuits de commandes), alors que les opérations de conduite relèvent d'une stratégie à long terme prenant en compte l'ensemble des éléments d'une mission. Ces opérations sont constituées d'actions de pilotage, de conduite de l'avion, du choix d l'itinéraire et du vol. Chaque opération fait appel à des compétences spécifiques qui constituent le travail du pilote.

La mission du personnel de cabine est d'assurer la sécurité, le confort des passagers et le service commercial au cours des vols. Cette mission recouvre : la préparation du vol, la vérification de la cabine et des systèmes de sécurité de l'avion en relation avec le CDB, l'accueil et installation des passagers, la démonstration des consignes de sécurité... L'ensemble de ces tâches est réparti entre les membres de l'équipage en fonction de leur qualification (licences d'exploitation et langues étrangères parlées).

II.1.1- La fatigue des personnels navigants expliquait bien des accidents d'avion ?

Ce n'est pas la première fois que l'on évoque la fatigue des pilotes de ligne comme potentiellement responsable des accidents d'avion. Le bureau de la sécurité considère que cette fatigue serait, responsable d'au moins 12 accidents ces 10 dernières années. Dans le monde, tous les syndicats de pilotes demandent aujourd'hui une refonte de la réglementation qui encadre le temps de pilotage et de repos au sol.

En Europe, le problème est loin d'être pris à la légère et quelques initiatives pour mieux comprendre cette fatigue du pilote ont déjà été prises. D'après les experts scientifiques, le surmenage est un facteur contributif dans 15 à 20 % des accidents aériens principalement dus aux erreurs humaines. Il est évident que les pilotes ne peuvent exercer leurs tâches en toute sécurité que si leur vigilance n'est pas affectée, surtout lors de situations critiques. Selon des

études indépendantes, menée à la demande de la Communauté européenne, il faut distinguer trois cas bien précis en matière de pilotage: les départs très tôt le matin associés à des retours tardifs, les vols de nuit sur de très longues distances et enfin les vols à répétition dans des conditions climatiques difficiles. A chaque fois, le stress érode la machine humaine. Une fois le problème cerné, comment le régler ? On ne peut pas, bien évidemment, déterminer à chaque vol si le pilote possède les qualités physiques pour le réaliser. Les pilotes eux-mêmes ne veulent pas de ce type de contrôle permanent qui serait pesant et n'engendrerait que des conflits avec celles ou ceux en charge de ce suivi. Pour le Syndicat National des Pilotes de Ligne, les règles de limitations de temps de vol sont en effet un des piliers de la sécurité des vols. C'à quoi les compagnies rétorquent que les temps de vols en France sont déjà inférieurs, en moyenne annualisée, à ceux des compagnies nord-américaines. La quadrature du cercle. Il est évident que les passagers auront leur mot à dire en matière de sécurité des vols, et a défaut de s'exprimer directement, ce sont leurs représentants - parlementaires européens par exemple - qui devront se saisir de la question. En tous cas et pour plagier ce que disait Poincaré des militaires pendant la grande guerre, on se rend vite compte que « le monde de l'aviation est trop sérieux pour le laisser gérer par les professionnels du domaine ».

II.1.2- 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.

Incident grave survenu le 29 août 2009
sur l'aérodrome de Lyon Saint-Exupéry (69)
au Boeing B737-800 immatriculé 7T-VJK
exploité par Air Algérie



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.

II.1.3- Analyse des incidents - accidents sur la fatigue en vols courts courriers :

Il a été réalisé une analyse des cas d'incidents et d'accidents pour lesquels la fatigue de l'équipage a été citée comme une cause contributive au cours de l'enquête. Les recherches ont été réalisées sur les sites du BEA et du NTSB. On peut noter qu'il y a assez peu de cas qui l'évoquent. En effet, une interrogation sur la base du BEA (ECCAIRS) depuis 1995 ne fournit que 44 résultats en aviation générale et 10 résultats en transport public, avec seulement un incident pertinent pour la problématique des nuits courtes et des repos réduits (Orly, 23 novembre 1997) et un accident intéressant (Pristina, 12 novembre 1999). L'interrogation de la base du NTSB depuis 2004 fournit 11 accidents et incidents, avec un seul accident pertinent (Kirksville, 2004).

.1 -Incident survenu le 23 Novembre 1997 à Orly : MD 83 exploité par la compagnie AOM :

En approche finale ILS, le commandant de bord a effectué une remise de gaz en IMC alors que l'avion passait la radio borne extérieure. Les conclusions de l'enquête du BEA ont rapporté que l'incident était dû à la décision de mettre l'avion en descente alors que, à la suite d'une erreur d'affichage, celui-ci n'était ni sur l'axe d'alignement de piste ni sur le plan de descente et ceci sans avoir fixé de cadre à cette manœuvre improvisée.

L'état de fatigue du commandant de bord (CDB) a été cité dans les autres facteurs contributifs. L'analyse de ses cycles activité-repos montre qu'il présentait au cours de ce vol un niveau important de fatigue lié à la fois aux amplitudes de service et à la nature des vols réalisés en tant qu'instructeur.

Plus particulièrement, on peut relever 5 nuits courtes dans les 4 semaines précédant l'incident et 2 nuits courtes dans les 7 derniers jours, dont une dans la nuit précédant l'incident

.2 - Accident survenu le 12 Novembre 1999 au nord de Pristina (Kosovo) : ATR 42-300, exploité par la compagnie SI FLY :

Cet accident a eu lieu dans un contexte particulier puisque l'appareil était affrété par le Programme Alimentaire Mondial. Il a décollé de Rome avec à son bord 3 membres d'équipage et 21 passagers. L'avion a heurté le relief d'une montagne à environ 15 mètres du sommet au nord de l'aérodrome de Pristina.

Tous les passagers à bord sont décédés.

Le BEA a avancé que cet accident était dû à un travail d'équipe manquant de rigueur et de vigilance lors d'évolutions dans une région montagneuse et par situation de mauvaise visibilité, au maintien de l'avion sur sa trajectoire par un contrôleur peu habitué à l'environnement et à la fragilité de l'exploitant (entreprise jeune et fortement tributaire du contrat d'affrètement, favorisant le non respect des procédures).

La fatigue de l'équipage, avec pour conséquence une baisse de leur vigilance, a été citée comme facteur contributif dans cet accident. L'équipage a en effet subi une forte charge de travail dans les 5 jours précédents, avec une prise de service à 06h30 les 10 et 11 novembre. Le commandant de bord présentait de plus des facteurs aggravants avec des fins de services relativement tardives et une très longue journée de service le 10 novembre (amplitude de 14h30), suivie de 5 vols le lendemain.

.3 - Accident survenu le 19 Octobre 2004 à Kirksville (Missouri) :

British Aerospace Jet-stream BAE-J3201, exploité par la compagnie Corporate Airlines

L'appareil a percuté des arbres et s'est écrasé sur la piste au cours d'une approche de nuit. Les 2 pilotes et 11 des 13 passagers sont décédés dans l'accident, les 2 autres ont été gravement blessés. L'enquête du NTSB a déterminé que le pilote n'avait pas suivi correctement les procédures lors d'une approche de nuit en IMC. L'appareil est descendu en dessous du MDA (minimum descente altitude) avant les repères visuels appropriés. Le comportement non professionnel du pilote au cours du vol et son niveau de fatigue ont été cités comme des facteurs contributifs au cours de l'enquête.

L'étude des horaires de l'équipage rapporte une privation de sommeil, avec des levers précoces pour le pilote et le copilote (respectivement 04h10 et 04h30). L'accident est survenu au cours du 6 segment de la journée, alors que le pilote était éveillé depuis 15 heures.

II.2- La fatigue :

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 termes 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.

II.2.1-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.

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

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".

II.2.1.1-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.

II.2.1.2- 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.

II.2.2 - La fatigue en aéronautique :

II.2.2.1 - 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
Temps de réaction : augmenté	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse régulière de contrôle • Besoin d'une forte stimulation
Attention : réduite	<ul style="list-style-type: none"> • 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
Mémoire : diminuée	<ul style="list-style-type: none"> • Rappel imprécis d'événements opérationnels • Oubli de tâches périphériques • Retour aux "anciennes" habitudes
Humeur : absence, renfermement	<ul style="list-style-type: none"> • 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)

II.2.2.2 - 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. 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.

II.2.2.3 - 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, Ces recherches ont examiné les privations de sommeil et les désynchronisations des rythmes biologiques engendrées par les vols court-courriers.

IV.1- SYNTHÈSE

Au vu des premiers résultats obtenus tant par l'enquête auprès des PN que lors des accompagnements sur les rotations, on peut d'ores et déjà tenter de dégager plusieurs tendances pour ce qui concerne les causes, les manifestations et plusieurs récupérations de la fatigue.

IV.1.1 - Les causes de la fatigue :

Bien évidemment, c'est le manque de sommeil qui ressort en premier avec des situations différentes selon la nature de la rotation. En long-courrier ce sont les vols de nuit pour les rotations Nord-Sud et les escales courtes, avec le vol de retour de nuit pour les rotations trans-méridiennes qui sont principalement incriminés. Parmi les rotations les plus citées, on retrouve celles étudiées lors de notre travail.

Pour les court-courriers, les levers précoces et les « nuits courtes » en escale pour certaines rotations constituent les éléments les plus pénalisants.

Lors des accompagnements tant en long qu'en court-courrier, on a retrouvé l'expression du manque de sommeil dans les scores élevés attribués aux échelles de somnolence ainsi que dans le recours aux siestes.

La deuxième cause est représentée par la charge de travail jugée élevée pendant certaines phases des vols. A la fin des vols long-courriers et des dernières étapes en court-courrier, les scores obtenus augmentent. Il en va de même pour les sensations de fatigue, alors que la perception de la somnolence tend à diminuer. Ce constat souligne la contribution de la charge de travail dans l'apparition de la fatigue chez les PN.

IV.1.2 - Les manifestations de la fatigue :

Celles-ci découlent naturellement des deux principales causes identifiées. En conséquence des privations souvent répétées de sommeil la dette de sommeil se traduit par des manifestations en rapport direct avec la pression du sommeil : envie de dormir (questionnaires) somnolence pendant les phases monotones du vol ou lors des repos (échelles analogiques de somnolence). Elle se répercute également en termes de manifestations sur le plan sensoriel (brûlures, irritation ou picotement des yeux) et mental. L'altération des fonctions mentales ressort de l'enquête par questionnaires et des données recueillies lors des accompagnements.

En fait, c'est essentiellement la capacité à maintenir son attention qui se trouve dégradée. La perception de cette dégradation de la concentration apparaît plus forte que la somnolence dans l'auto détection des manifestations de la fatigue et peut expliquer la dissociation fatigue-somnolence en fin de vol.

IV.1.3 - La récupération :

Si elle n'est pas complète avant le départ de la rotation suivante, elle va contribuer à l'accumulation de la fatigue. Il importe donc de s'assurer que les dettes de sommeil sont annulées et que les sensations de fatigue reviennent à leur niveau de base.

Pour les vols étudiés, on constate que les PN affectés sur long-courriers à âge égal récupèrent plus lentement que les autres. Ceci se traduit par des siestes plus nombreuses dans les deux jours de repos qui suivent le retour au domicile ainsi que par des scores élevés de fatigue et de somnolence au lever, qui persistent le deuxième jour de repos.

Il conviendra d'approfondir cet aspect dans ce de travail, afin de déboucher sur des recommandations utilisables sur le plan de la réglementation.

Ceci pourra faire l'objet d'un recueil spécifique avec la diffusion de questionnaires auprès des PN à l'arrivée à son escale après certaines rotations, ces questionnaires étant regroupés en agendas à remplir sur au moins trois jours.

Cette manière de procéder doit permettre une analyse plus précise des modalités de récupération selon le type de rotation réalisée.

Au total, de cette analyse des réponses aux questionnaires et des observations effectuées en vol, il ressort que l'accumulation de fatigue résulte bien évidemment de l'amplitude élevée de certains services ainsi que de la présence de vols de nuit mais également, et c'est vraisemblablement la principale cause, d'une organisation inadéquate du travail en termes d'enchaînement des rotations. Cet aspect va faire l'objet d'une attention particulière lors de la prochaine phase des travaux.

Il ne fait aucun doute que l'optimisation des grilles de services ne pourra être obtenue qu'en intégrant de manière effective les principes de chronobiologie.

IV.2 -RECOMMANDATIONS :

Les démarches complémentaires adoptées au cours de cette étude pour appréhender la fatigue en aéronautique (PN) ont permis d'obtenir des résultats complémentaires sur les causes, les manifestations et les stratégies de lutte contre la fatigue.

Sur le plan des causes, cette étude confirme et souligne l'implication du manque de sommeil dans l'apparition de la fatigue en aéronautique. Cette privation de sommeil peut être totale, comme cela peut être le cas au cours de vols de nuit ou partielle avec les vols dits « du matin ». Ces derniers, très fréquents dans les rotations court-courrier et moyens-courriers, se révèlent particulièrement néfastes sur le plan du sommeil et de la fatigue, notamment lorsqu'ils se succèdent sur plusieurs jours. Les trois axes de l'étude confirment que la privation de sommeil associée à une charge de travail élevée est susceptible d'amplifier les phénomènes de fatigue. La fatigue liée au manque de sommeil conduit à proposer des recommandations en termes de réglementation des temps de vol et de planification des

rotations. Les aspects relatifs à la charge de travail relèvent quant à eux plus de l'organisation du travail des équipages.

Pour les équipages des vols court et moyens-courriers, la fatigue se manifeste principalement par une attention réduite, des difficultés de concentration, une sensation de somnolence et une envie irrésistible de dormir. La somnolence et la fatigue sont parfois dissociées, comme c'est le cas à la fin des vols long-courriers de nuit. Par rapport à la phase de croisière, on constate pour cette période toujours critique de fin de vol une réduction de la somnolence et une augmentation de la fatigue liée à une charge de travail élevée. Sur le plan des symptômes, les manifestations mentales et sensorielles apparaissent précocement lors d'une succession de vols alors que, celles relatives à la fatigue physique et à l'humeur sont notées, plus tardivement. Un autre résultat essentiel mis en évidence dans cette étude concerne le décalage important entre la perception de son propre état et de celui de son coéquipier. Schématiquement on se perçoit diminué du fait de la somnolence alors que le coéquipier est jugé fatigué en raison de sa perte temporaire d'habileté (petites erreurs, omissions). Ce décalage suggère des implications sur le plan de la formation des équipages.

Les stratégies de lutte contre la fatigue adoptées par les équipages constituent une réponse aux principales causes précédemment évoquées. Elles reposent essentiellement sur la gestion du sommeil ou sur le recours à de courtes périodes de sommeil préventives en préalable à un service.

Néanmoins, certains résultats sur les horaires de sommeil lors des rotations court- et moyens-courriers indiquent que cette gestion n'est pas toujours appropriée ce qui met l'accent sur la nécessité d'une information, voire d'une formation des équipages à la gestion du sommeil et aux rythmes biologiques.

Conformément aux objectifs de cette étude, les retombées et les recommandations qui découlent de ces principaux résultats peuvent être regroupées en trois parties :

- évolution de la réglementation sur la limitation des temps de vol et de repos des équipages,
- planification des rotations et organisation du travail,
- information et formation des équipages.

Pour certaines de ces recommandations, des éléments concrets peuvent être proposés sur la base des résultats obtenus. D'autres recommandations constituent davantage des éléments de réflexion qu'il conviendrait d'approfondir dans des autres études.

- Planification des rotations et organisation du travail :

Au-delà des aspects réglementaires, le modèle présenté dans le chapitre précédent pourrait constituer un outil très utile pour les personnels des Compagnies chargés de planifier le travail des PN. Tout en reconnaissant les contraintes aux quels sont soumis ces personnels, il est

néanmoins frappant de constater à quel point le travail est parfois organisé, sans aucune prise en compte de la fatigue des équipages et de leur besoin en récupération. A ce titre, sur la base des résultats présentés dans ce rapport, il est possible de proposer un classement de la pénibilité des rotations court et moyens-courriers, de la plus élevée à la moins élevée :

- rotations matin sur plusieurs jours consécutifs,
- rotations alternées « matin » - « soirée »,
- rotations alternées « matin » - « après-midi »,
- rotations « soirée »,
- rotations « après-midi »,
- rotations « jour ».

Cette classification pourrait être prise en compte par exemple en évitant de faire succéder plusieurs rotations fatigantes et en modulant la durée des repos en fonction de la pénibilité des rotations.

Sur le plan de la formation, l'enquête par questionnaire indique que les pilotes identifient les signes tardifs de la fatigue liés à l'envie irrésistible de dormir. A l'inverse, ils ne reconnaissent pas pour eux-mêmes l'impact de la fatigue sur la qualité d'exécution des tâches de pilotage alors qu'ils en sont conscients pour ce qui concerne leurs coéquipiers. Il convient toutefois de noter que de nombreux pilotes ne savent pas identifier de manière précise les signes de la fatigue chez leur coéquipier.

La richesse des informations collectées dans cette étude peut donc être mise à profit comme support à la formation des PNT pour les aider à identifier les signes précurseurs de la fatigue pour eux-mêmes et pour leurs coéquipiers et ainsi mieux prévenir ses effets sur la performance et la sécurité des vols.

IV.3 - CONCLUSIONS :

Cette étude apporte une contribution originale à la compréhension des mécanismes générant la fatigue en aéronautique (PN) et sur ses principales manifestations.

Les suggestions pratiques qui en découlent concernent les réglementations, la planification des services et la formation des équipages.

Une validation des différents acquis de ce travail sur un échantillon plus représentatif paraît toutefois nécessaire afin d'envisager une généralisation des résultats.

Ceci peut être réalisé selon deux approches complémentaires.

La première concerne la validation du modèle prédictif de la fatigue.

En effet, si on souhaite utiliser ce modèle pour faire évoluer les réglementations actuelles ou pour assister les compagnies dans l'optimisation de la planification du travail des

équipages, on doit le conforter et probablement l'ajuster par un plus grand nombre de données.

La seconde approche vise à approfondir la relation entre fatigue et comportements à risque. La présente étude a permis de vérifier l'impact de la fatigue sur les performances mentales dans un contexte aéronautique. Il reste toutefois de nombreuses questions à résoudre, portant en particulier sur les modifications comportementales qui en découlent et sur leur caractérisation.

Cette étude n'a pas été conduite en simulateur puis en vol réel. Elle contribuerait au développement de méthodes de détection de la fatigue au cours des vols et constituerait un moyen de prévention solide de la fatigue et de ses conséquences sur un plan opérationnel.

Au-delà des résultats obtenus et de leurs prolongements possibles, il convient d'envisager dans des délais raisonnables une modification de la réglementation des limitations de temps de service. Ce texte, dans lequel il n'est jamais fait mention du mot « fatigue » doit évoluer en intégrant les données physiologiques et comportementales actuellement disponibles sur ce thème.

ENQUETE SUR LA FATIGUE DES PERSONNELS NAVIGANTS DANS L'AVIATION

III .1 - Objet

Cette étude au moyen de questionnaires est destinée à faire ressortir les aspects suivants :

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

III .2 - Contenu du questionnaire

Il se compose d'une fiche d'informations générales destinée à la caractérisation de l'échantillon et d'une série des questions relatives aux :

- catégories de vols réalisés fréquemment ainsi qu'aux rotations souhaitées,
- rotations jugées fatigantes,
- manifestations de la fatigue,
- effets de la fatigue sur les tâches de pilotage,
- stratégies de lutte contre la fatigue.

Les différentes parties du questionnaire sont rappelées en annexes.

III .3 - Réponses aux questions fermées

Elles concernent les questions n° 9, 11, 12 et 13. Ces dernières sont destinées à préciser :

- les interactions entre la nature des activités et la fatigue (Q 9),
- l'impact de modifications liées au contexte du vol sur la sensation de fatigue (Q 11),
- les effets de la fatigue sur la réalisation des principales tâches des PN (Q 12),
- les manifestations de la fatigue (Q 13).

III .3.1 - Méthode d'analyse

L'exploitation a été menée en deux étapes :

- une analyse descriptive globale afin de déterminer les effectifs et les pourcentages par type de réponse,

- une analyse des effets de facteurs de variations afin de rechercher des différences en fonction de caractéristiques comme l'âge, l'expérience, le type de rotation effectuée,...

III .3.2 - Résultats

III .3.2.1 - Interactions entre nature des activités et fatigue (Q9)

Les fréquences des réponses pour chaque item sont reportées dans le (tableau 01). Elles correspondent aux évaluations fournies par les PNT pour les phases de montée et de descente.

De l'examen de ces résultats, on peut dégager trois types de distribution dans les évaluations :

- items 4, 5 et 7 : leur impact est jugé plutôt "faible - moyen",
- items 1, 2, 3 et 6 : leur impact est jugé "moyen",
- items 1 : son impact est fréquemment classé "élevé ".
- item 8 : son impact est très fréquemment classé "élevé - très élevé".

Si on retient uniquement les réponses cotées "élevé" ou "très élevé", on obtient le classement suivant :

- 78% (item 8) : manque de sommeil,
- 50 % (item 1) : charge de travail importante,
- 38 % (item 6) : densité des échanges verbaux,
- 32% (item 2) : réaliser des actions dans un temps limité,
- 24% (item 3) : actions simultanées,
- 22 % (item 5) : problèmes de coordination avec le co-équipier,
- 20 % (item 4) : être interrompu pendant une activité par le PN,
- 18 % (item 7) : communiquer dans une langue étrangère.

La principale cause de fatigue pendant les phases de montée et de descente se révèle être pour les PN le manque de sommeil, suivie par la charge de travail importante liée à ces phases particulières du vol.

Si on examine les réponses en fonction des classes d'âges, on retrouve le même type d'évaluation, avec en premier, le manque de sommeil.

Question : Pendant les phases de montée et de descente, indiquez l'impact de chacun des facteurs suivants sur votre fatigue :		Fréquences				
n° Item	Items	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
01	Charge de travail importante	02	12	36	38	12
02	Réaliser des actions dans un temps limité	04	22	42	26	06
03	Actions simultanées	02	24	48	20	04
04	Etre interrompu pendant une activité par le PN	06	32	40	18	04
05	Problèmes de coordination avec le coéquipier	10	36	30	18	06
06	Densité des échanges verbaux	04	20	38	30	08
07	Communiquer dans une langue étrangère	10	30	40	16	04
08	Manque de sommeil	00	04	18	40	38

Tableau 1 : Fréquences des réponses à la question n°9.

On constate plusieurs différences significatives en fonction des classes d'âges (figure n°1) :

- les PN de moins de 35 ans attribuent un score significativement plus faible aux facteurs suivants :

- actions simultanées,
- être interrompu par ATC/PNC,
- communiquer dans une langue étrangère,

- les PN plus âgés (plus de 45 ans) évaluent quant à eux avec des scores significativement plus faibles les items correspondant aux problèmes de coordination avec le coéquipier et au manque de sommeil.

Des différences apparaissent également suivant la fonction occupée (figure n°2) notamment pour les mécaniciens navigants qui ont affecté des scores plus élevés aux items se rapportant à la réalisation d'une action dans un temps limité et d'actions simultanées ainsi que les aspects de communication dans une langue étrangère.

Pour les copilotes, ce sont les problèmes de coordination avec le coéquipier et le manque de sommeil qui ressortent de manière significativement plus élevée.

La spécificité des rotations réalisées se traduit essentiellement par des scores plus élevés dans les évaluations en relation avec la charge de travail et la pression temporelle pour les PN effectuant des vols charters. Pour les rotations en vols cargos, peu de différences sont notées.

Mis à part les items correspondant aux problèmes de coordination avec le coéquipier et la densité des échanges verbaux, tous les autres items sont corrélés significativement avec l'évaluation de l'état de fatigue liée à l'activité de la semaine écoulée.

La comparaison des réponses fournies par les PN qualifiés sur les appareils les plus représentés soit sur Boeing (B737-600 ; B737-800 et B767-300), soit sur Airbus (A320 - 200) met en évidence des différences significatives pour deux items en relation avec la charge de travail : les PN qualifiés sur Airbus attribuent en effet des scores plus faibles que ceux qualifiés sur Boeing aux réalisations d'actions simultanées ainsi qu'aux actions dans un temps limité.

Les différences entre les types de vols se traduisent bien évidemment par un impact significativement plus élevé de la charge de travail dans le cas des court-courriers.

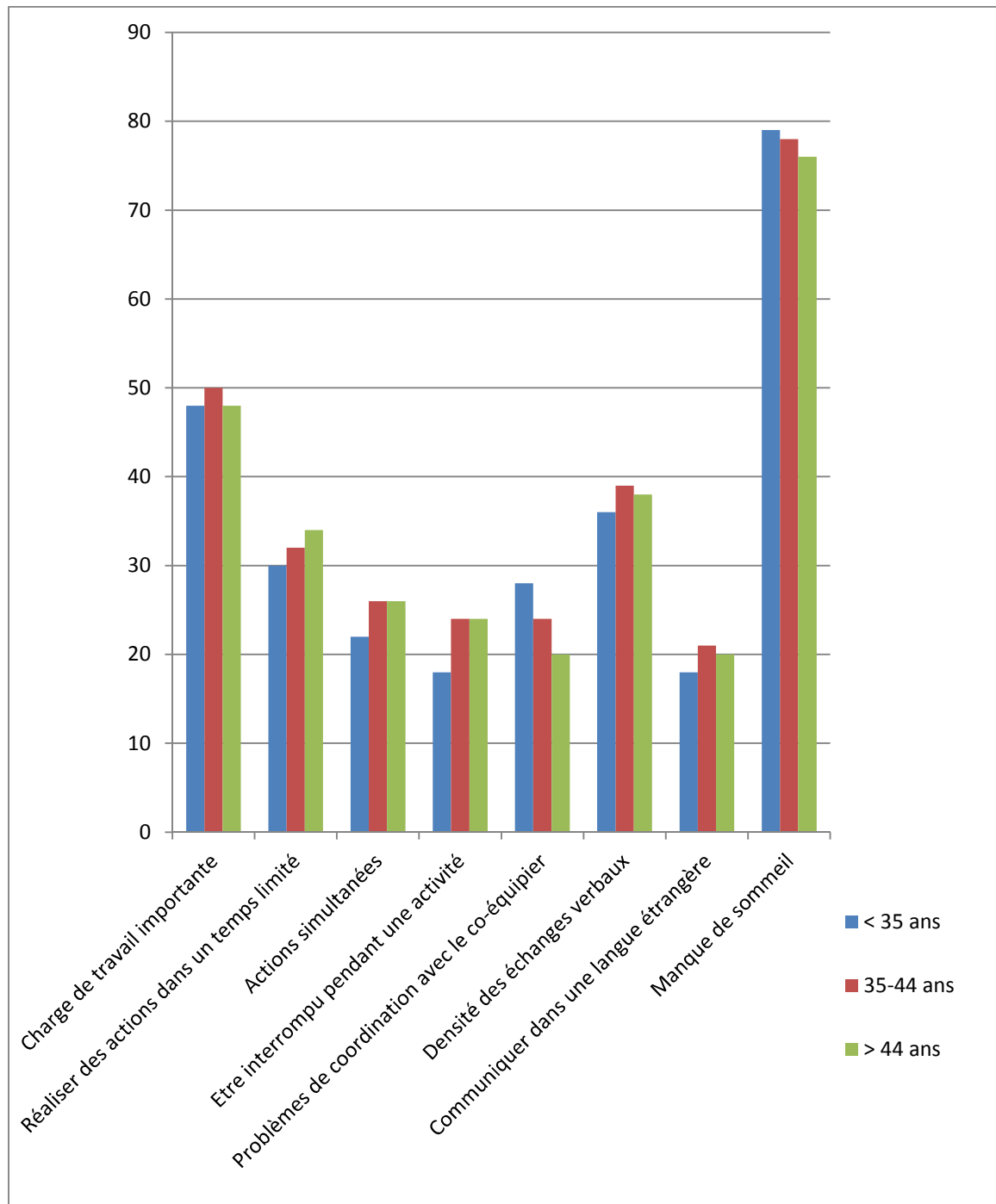


Figure n°1 : Impact de chacun des facteurs sur la fatigue, pendant les phases de montée et de descente Répartition suivant l'âge.

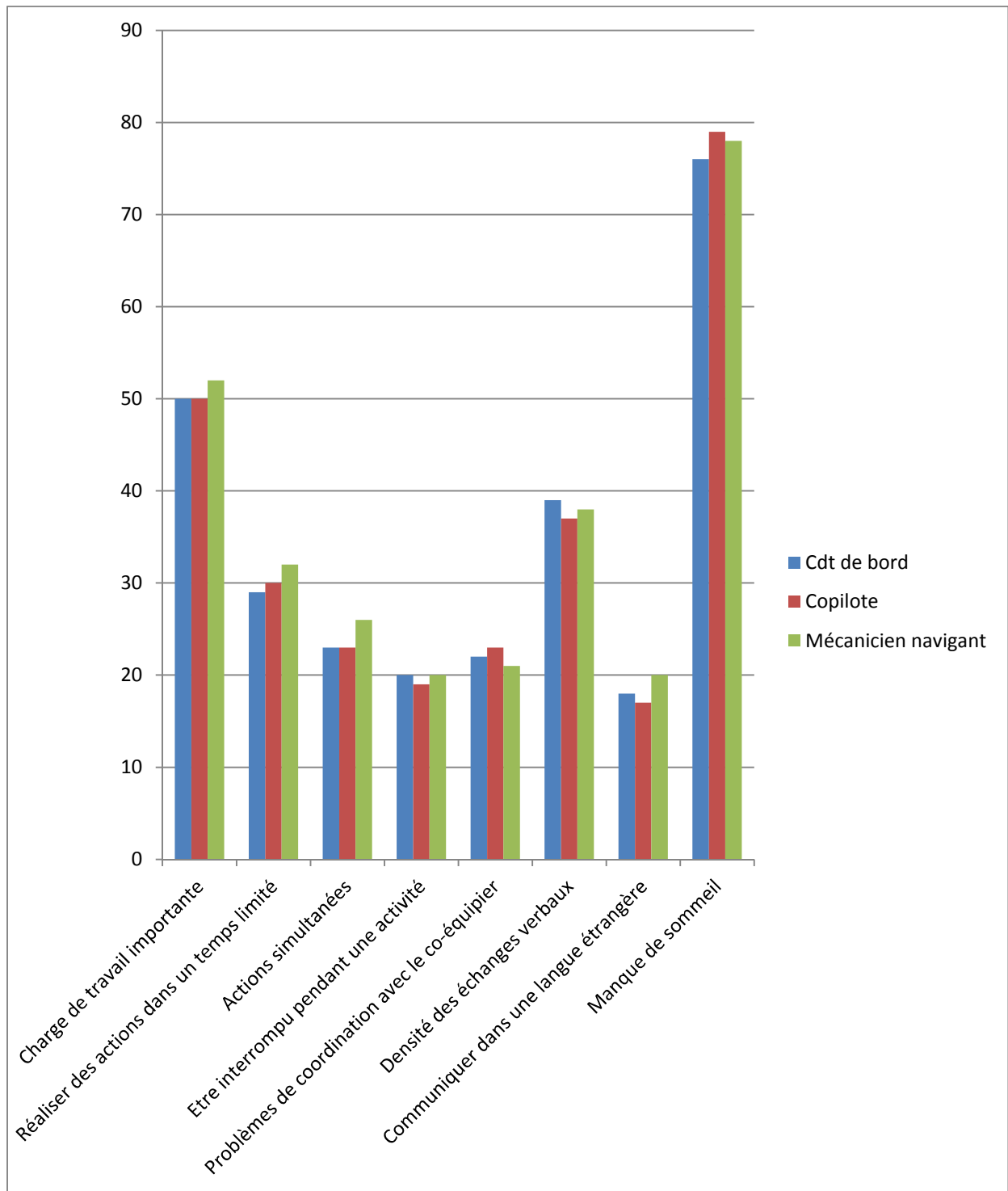


Figure n°2 : Impact de chacun des facteurs sur la fatigue, pendant les phases de montée et de descente -Répartition suivant la fonction.

III.3.2.2 - Impact de modifications liées au déroulement du vol sur la sensation de fatigue (Q11)

Le classement des fréquences des réponses aux cinq items retenus (tableau 2) pour les scores « élevé » et « très élevé » permet de dégager deux facteurs principaux :

- 66% : la nécessité de réaliser une étape supplémentaire imprévue,
- 50% : la mésentente avec le coéquipier.

Pour les autres facteurs, les fréquences cumulées restent comprises entre 29 et 37%.

De l'analyse des effets des facteurs de variance, on peut retenir les différences significatives suivantes :

- âge : les PN les plus jeunes estiment plus élevé l'impact d'une étape supplémentaire sur leur fatigue,
- fonction: les copilotes attribuent un impact important à la mésentente avec le coéquipier. Pour les commandants de bord, la seule différence se situe dans la réalisation d'une étape supplémentaire dont l'impact sur la fatigue est jugé plus faible que chez les autres PN,
- vols charters : les PN effectuant ce type de rotations mettent en avant le respect des contraintes horaires et l'annonce d'un vol difficile (découvrir avant le départ l'existence d'un trafic important ou de conditions météo défavorables),
- état de fatigue dû à la semaine écoulée: il est corrélé positivement avec les scores attribués à tous les facteurs, excepté la mésentente avec le coéquipier,
- type de vol: en long-courrier, la contrainte essentielle provient de la réalisation d'une étape supplémentaire non prévue, alors qu'en court-courrier on retrouve naturellement le respect des contraintes horaires.

Évaluez l'impact de chacune des situations suivantes sur votre sensation de fatigue :		Fréquence				
n° Item	Items	Aucun	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé
01	Annonce de retard de vol	06	28	38	22	06
02	Annonce d'un vol difficile	06	20	38	30	06
03	Mésentente avec le co-équipier	06	16	28	34	16
04	Nécessité de réaliser une étape supplémentaire imprévue	04	08	22	40	26
05	Respect des contraintes horaires	08	22	34	28	08

Tableau 2 : Fréquences des réponses à la Q n°11 pour l'ensemble des PN.

III .3.2.3 - Effets de la fatigue sur la réalisation des principales tâches des PN (Q 12)

Ces effets se traduisent par ordre d'importance, chez les PNT, sur les tâches suivantes (un score de 50 correspond à une évaluation « comme d'habitude » et la valeur 100 à l'effet maximum de la fatigue) :

- 76 : surveillance,
- 74: pilotage manuel,
- 70: saisie ou sélection de paramètres,
- 68 : suivi de trajectoire,
- 66: gestion des ressources humaines,
- 66: rédaction des comptes rendus officiels,
- 64: utilisation des automatismes,
- 64: communications,
- 64: suivi de navigation,
- 60: briefing,
- 58: check-list.

Cette gradation dans la difficulté de réalisation des différentes tâches est représentée graphiquement sur la figure n°3.

L'analyse des effets des facteurs de variance pour cette question fait ressortir les différences significatives suivantes :

A- âge : chez les PN les plus jeunes, ces évaluations les plus faibles se retrouvent pour 4 des 11 items proposés :

- suivi de navigation,
- check-list,
- saisie ou sélection de paramètres,
- rédaction de comptes rendus,

B- fonction : chez les mécaniciens navigants, les tâches les plus difficiles à réaliser sous l'effet de la fatigue sont représentées par le suivi de navigation, les communications, les check-list et les briefings ; chez les copilotes c'est le pilotage manuel qui est le plus cité alors que, confirmant le résultat constaté chez les PN les plus jeunes, la rédaction de comptes rendus est jugée peu affectée par la fatigue,

C- type de vol : l'utilisation des automatismes s'avère plus difficile en état de fatigue chez les PN de long-courriers par rapport à ceux en court-courriers.

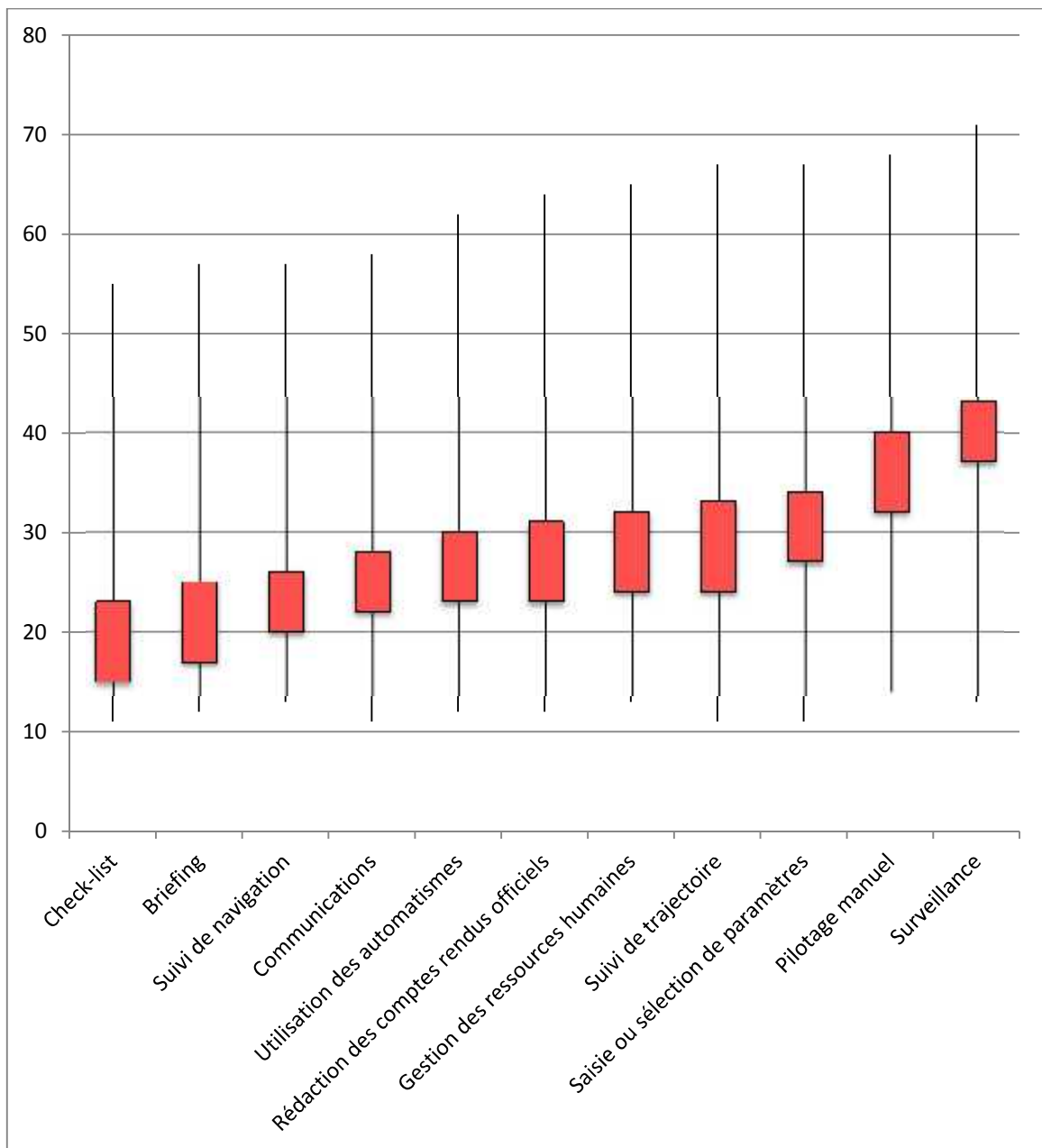


Figure n°3: Question n°12 - difficulté lors de la réalisation de différentes tâches.

(Comme d'habitude ← ◆ → Plus difficile)

III .3.2.4 - Les manifestations de la fatigue (Q 13)

De la même manière que précédemment, on retrouve dans les fréquences des réponses aux scores, des distinctions très différentes selon les items (tableau 3).

Les manifestations de la fatigue les moins fréquemment citées concernent principalement la fatigue physique (douleurs dans les jambes, au niveau du dos, de la nuque) et la fatigue sensorielle (bourdonnements dans les oreilles, illusions visuelles).

A l’opposé, ce sont les items reflétant la fatigue générale et la fatigue mentale qui sont caractérisés par les scores les plus élevés. L’envie croissante et irrésistible de dormir, la réduction de vigilance et le manque de concentration ont les pourcentages de réponses les plus importants pour les évaluations notées dans les catégories « élevé » et « très élevé ».

Le regroupement de ces manifestations par catégorie conduit aux résultats suivants (les % correspondent à la somme des scores des catégories « élevé » et « très élevé ») :

- fatigue générale : envie croissante de dormir (60%) ; réduction de vigilance (62%)
- fatigue mentale : manque de concentration (68%) ; difficulté à mémoriser des informations (56%) ; périodes d’inattention (50%)
- fatigue sensorielle : picotements au niveau des yeux (40%)
- humeur : réduction de la motivation (38%)
- fatigue physique : douleur au niveau du dos (18%).

L’analyse des effets des facteurs de variance pour ces manifestations ne fait pas ressortir de différences significatives à l’exception des commandants de bord qui présentent des scores faibles pour la fatigue physique.

Evaluez le degré avec lequel se manifeste, pour vous, la fatigue pour chacun des aspects suivants		<i>Fréquence</i>				
<i>N° Item</i>	<i>Items</i>	<i>Aucun</i>	<i>Faible</i>	<i>Moyen</i>	<i>Elevé</i>	<i>Très élevé</i>
01	Sommeil agité	18	24	22	28	08
02	Difficultés à mémoriser des informations	02	08	34	48	08
03	Manque de concentration	00	04	28	54	14
04	Bourdonnements dans les oreilles	68	18	08	04	02
05	Périodes d'inattention	00	10	38	44	08
06	Maux de tête	52	24	14	06	04
07	Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements	08	26	34	26	06
08	Morosité	24	06	26	18	04
09	Sensation diffuse de fatigue	02	20	34	48	10
10	Douleurs dans les jambes	54	06	14	10	02
11	Réduction de la vigilance	02	12	24	48	14
12	Envie croissante et irrésistible de dormir	02	18	20	38	22
13	Réduction de la motivation	08	20	32	32	06
14	Picotements au niveau des yeux	14	20	24	28	12
15	Lenteur dans l'action	02	18	38	34	06
16	Lenteur dans la compréhension	02	36	40	34	06
17	Désorientation	36	26	20	06	02
18	Irritabilité	20	24	24	24	06
19	Tendance à oublier des informations ou des actions	02	24	38	30	06
20	Douleurs au niveau du dos	40	42	16	14	04
21	Erreur d'interprétation	06	28	36	16	02
22	Illusions visuelles	52	30	12	06	02
23	Difficultés à s'endormir	30	22	20	18	12
24	Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)	14	28	30	24	06
25	Douleurs dans la nuque	48	24	14	10	04
26	Impatience	20	26	30	20	02
27	Difficultés d'estimation du temps	28	38	24	10	02

Tableau 3 : Fréquences des réponses à la question n°13.

III .4 - Réponses aux questions ouvertes

Rappelons qu'elles concernent trois questions destinées à identifier :

- les caractéristiques des rotations fatigantes (Q7),
- les stratégies de lutte contre la fatigue (Q 8).
- les manifestations de la fatigue, pour soi-même et chez les coéquipiers (Q 10) ;

III .4.1 - Méthode d'analyse

Le codage des réponses pour chacune des questions ouvertes a été réalisé après une analyse thématique de contenu. Cette méthode vise à extraire du texte le sens des idées énoncées en créant des catégories d'items de même sens. Elle se distingue de l'approche linguistique, plus centrée sur la forme du discours, et de l'approche herméneutique qui recherche les connotations sous-jacentes par inférence. Cette méthode d'analyse, aussi appelée logico-sémantique, consiste à classer les valeurs sémantiques d'un contenu par catégories thématiques. La démarche reste manuelle, donc assez longue, mais elle présente l'avantage de demeurer a priori fiable pour ce qui concerne la restitution des différents thèmes abordés.

-découpage sémantique des réponses : on découpe les réponses en unités de sens ou items. Il peut s'agir d'un mot, d'un groupe de mots ou d'un rapport subtil entre des mots comme une relation de causalité.

- regroupement thématique ou logico-sémantique: on établit par la suite un système de classification qui regroupe les items par catégorie en recherchant les synonymes et les analogies de sens. Cette procédure de répartition peut se faire du général au particulier : on détermine d'abord les catégories puis on y regroupe les items, ou inversement, on part des éléments particuliers que l'on regroupe progressivement pour ne donner un titre à la catégorie qu'en fin de procédure.

III .4.2 - Résultats

III .4.2.1 - Caractéristiques des rotations fatigantes (Q7)

Les analyses ont porté sur les types de vols (long, moyens et court- courriers) en effectuant des tris à plat et des tris croisés. Une synthèse est reportée dans le tableau 4.

- Vols long-courriers

Le tri à plat des caractéristiques des rotations fatigantes révèle trois caractéristiques majeures :

- les vols de nuit avec 60% de citations (items cumulés : vol de nuit, retour de nuit et succession de vols de nuit),
- les vols avec décalages horaires :
 - vols vers l'est : 20%, vols vers l'ouest : 18%.

- les vols en équipage de base avec 12% de citations.

Le tri croisé a permis de recueillir les associations par deux mais également par trois caractéristiques. Ces associations conduisent à l'identification des types de rotation jugées les plus contraignantes sur le plan de la fatigue (annexe). La première, citée dans des exemples, comprend un *vol vers l'ouest et l'est, en équipage de base et de retour la nuit*. Les deux suivantes (4% et 2%) indiquent que cette rotation comprend aussi une escale, ne permettant pas un sommeil suffisant et entraînant des difficultés pour effectuer une sieste avant le départ d'Alger. A titre d'exemple pour définir ces rotations on peut citer :

- un aller-retour Alger - Dubaï en 48 heures, avec deux nuits successives en vol et un sommeil de jour,

- un aller-retour (Alger- Pékin ; Alger- Montréal), avec un vol aller de jour et un vol retour de nuit.

- un vol aller-retour en 48 heures, avec deux nuits successives en vol et un sommeil de jour, avec une escale,

- un vol aller-retour, avec un vol aller de jour et un vol retour de nuit.

- Vols moyens-courriers

La répartition des taux de réponses par item ressemble de très près à celle des vols court-courriers. Par ailleurs, une description à part de ces résultats ne vaut pas d'être effectuée en raison du faible effectif des exemples se rapportant à ce type de vols.

Tableau 4 : Fréquence des réponses à la Q 7 en fonction du type de rotation effectuée.

	Vol de nuit	Décalage horaire	Vol en équipage de base	Réveil tôt	Vol Multi tronçons
Long-courrier	60 %	46%	12%	-	-
Court-courrier	18 %	-	-	42 %	52 %

- Vols court-courriers

Pour ces rotations, les trois caractéristiques qui ressortent sont les suivantes :

- des vols multi tronçons, avec 52% de citations,
- des prises de service matinales, avec 42%,
- des vols de nuit avec 18% de citations.

Les escales "trop courtes" ressortent également fréquemment (annexe). Les escales de 2 à 4 heures et les repos post-courriers annoncés par des fins de service tard le soir et des

reprises le lendemain tôt sont jugés insuffisants en durée lorsque les PN se sentent fatigués. Les escales de 2 à 4 heures peuvent aussi être jugées ennuyeuses en raison des attentes dans le cockpit.

Les escales de 50 minutes sont quant à elles connues pour installer une pression temporelle dans le planning à suivre dans la journée.

D'une manière générale, les différences entre les taux de réponses sont plus marquées pour les court-courriers que pour les long-courriers : il semble donc bien exister un réel consensus concernant les caractéristiques fatigantes.

Le nombre élevé d'étapes impose en fait une charge de travail importante avec 4 ou 5 décollages et atterrissages successifs. Les deux autres caractéristiques induisent quant à elles des dettes de sommeil, avec des difficultés de récupération.

Les tris croisés mettent en évidence un seul type de rotation qui apparaît dans 8% des exemples court-courriers (annexe) : elle se caractérise par un nombre important d'étapes (4 ou 5), une succession des réveils matinaux, une forte amplitude de service, tout cela regroupé sur 4 jours consécutifs.

La figure n°4 présente les items les plus associés dans le cas des rotations court- et long-courriers.

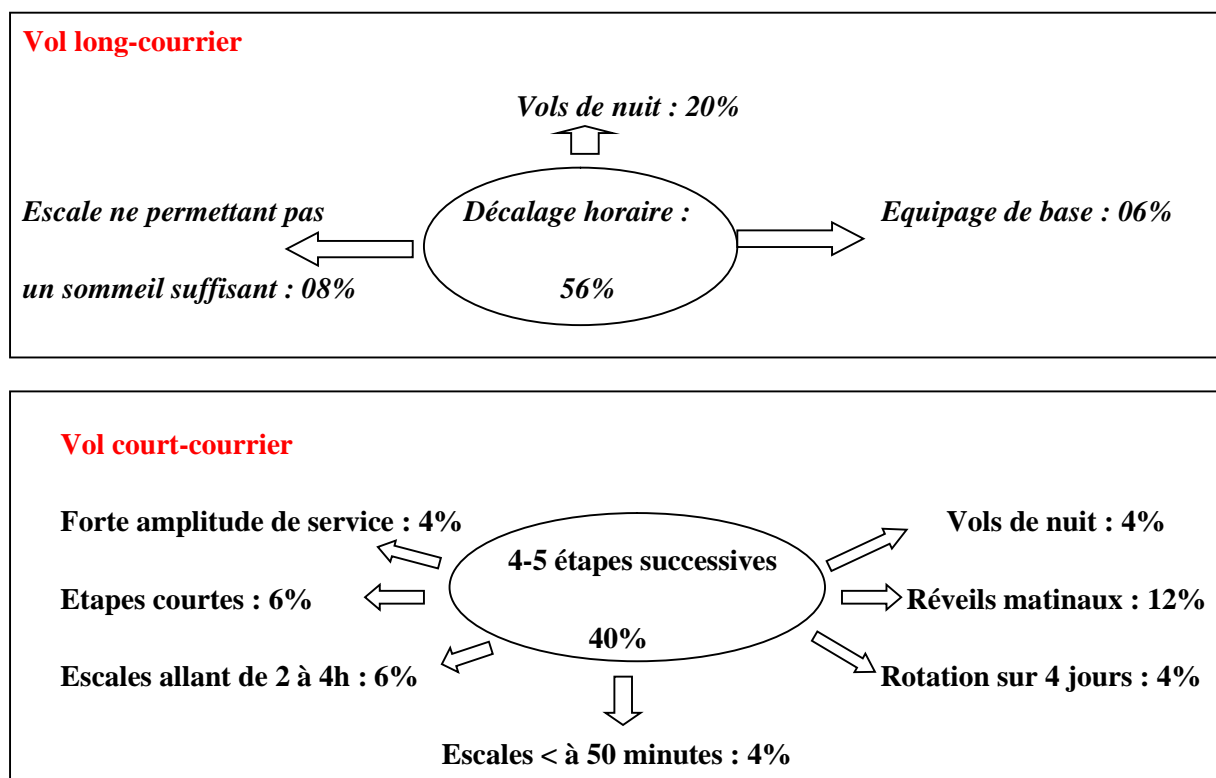


Figure n°4 : Caractéristiques des rotations fatigantes. Items les plus associés dans les réponses à la question 7.

III .4.2.2 - Les stratégies de lutte contre la fatigue (Q 8)

Celles-ci ont été analysées en fonction :

- du déroulement de la rotation : avant, pendant, au cours du vol et de l'escale, après,
- de la classe d'âge,
- du type de vol : long- ou court-courrier.

- Avant la rotation (tableau 8)

Le regroupement des items 21 et 24 montre que les PN privilégient le recours à une nuit complète de sommeil. D'une manière générale l'anticipation de la fatigue relève d'une seule stratégie : limiter les effets des privations de sommeil engendrées par un vol nocturne soit par une nuit complète de sommeil, soit par le recours à la sieste avant le vol.

Seulement 4% des PNT déclarent à la fois avoir une nuit complète et faire la sieste. La détente physique avec ou sans pratique d'un sport spécifique est également fréquemment citée.

Il est à noter que 8% des PN déclarent n'appliquer aucune stratégie et 3% n'ont proposé aucune solution.

En fonction de l'âge (annexe), les stratégies semblent se différencier avec :

- pour les plus jeunes (moins de 35 ans) il s'agit essentiellement de réaliser une bonne nuit de sommeil,
- entre 35 et 45 ans, les deux solutions coexistent : sieste et nuit complète,
- après 45 ans, la sieste devient prédominante dans 24% des cas et les nuits complètes sont moins citées.

Ce dernier résultat doit toutefois être interprété avec prudence. Pour cette classe d'âge (+ de 45 ans), la nuit complète constitue bien souvent un élément de la vie normale et de ce fait n'est plus considéré comme une stratégie en tant que telle.

Des spécificités apparaissent également selon la nature de la rotation effectuée :

- en court-courrier, les PN essaient principalement de conserver un sommeil de durée satisfaisante,
- en long-courrier, c'est plus le recours à la sieste qui semble privilégié.

- Pendant la rotation (tableau 06)

Se reposer 20 à 30 minutes, faire du sport (à l'escale) et prise d'excitants ressortent des trois principales catégories : gestion du sommeil et des siestes, gestion et choix des activités et hygiène alimentaire.

En vol pour les long-courriers, c'est la sieste de 20 à 30 minutes qui est la plus citée (40%). En court-courrier, fermer les yeux pendant 5 minutes arrive en premier avec 14% de citations, mais ceci ne concerne qu'un faible effectif.

La sieste de 20 à 30 minutes à l'escale constitue la principale stratégie des PN de moins de 35 ans. Après 45 ans, on retrouve plutôt le fait de dormir sans restriction à l'escale.

Selon la nature de la rotation, en escale les PN privilégient de :

- dormir sans restriction ou faire du sport, en long-courrier,
- faire des siestes et du sport en court-courrier.
- **Après la rotation (tableau 07)**

De manière globale, deux stratégies semblent ressortir :

- dormir sans restriction (16%),
- se détendre et se reposer (12%).

A la différence d'avant la rotation, ce sont les PN les plus jeunes qui font principalement la sieste, alors que les PN de plus de 45 ans vont tenter de « dormir sans restriction », c'est-à-dire avoir des durées de sommeil les plus longues possibles (annexe).

Selon la nature de la rotation, la récupération en long-courrier passe par la solution de dormir sans restriction ou de faire une sieste puis une nuit normale alors qu'en court-courrier, la pratique de la sieste paraît privilégiée.

Tableau05 : Fréquence des réponses à la question 8. Stratégies de lutte contre la fatigue avant la rotation.

<i>Long-courrier</i>	<i>Court-courrier</i>
- Faire une sieste : 38	-Faire une nuit complète : 34%
- Faire une nuit complète : 18%	- Faire une sieste : 18%
- Aucune préparation particulière : 10%	- Bien s'organiser : 8%

Les PNT > 45 ans font plus la sieste que les autres : 36% des cas.

Tableau06 : Fréquence des réponses à la question 8. Stratégies de lutte contre la fatigue pendant la rotation.

<i>Long-courrier</i>	<i>Court-courrier</i>
- Se reposer 20 à 30 mn en vol : 40%	- Faire une sieste à l'escale : 20%
- Dormir sans restriction à l'escale : 24%	- Fermer les yeux pendant 5 minutes : 14%
- Faire du sport en escale : 16%	- Faire du sport : 12%

Les PNT < 35 ans se reposent plus "20 à 30 minutes" en vol que les autres : 18% des cas.

Tableau 07 : Fréquence des réponses à la question 8. Stratégies de lutte contre la fatigue après la rotation

Long-courrier	Court-courrier
- Faire une sieste : 30%	- Faire une nuit normale : 22%
- Dormir sans restriction : 24%	- Faire une sieste : 20%
- Faire du sport : 16%	- Faire du sport : 16%

Les PNT < 35 ans font plus la sieste (36% des cas) et les PN > 45 ans dorment plus sans restriction (18% des cas)

III.4.2.3 - Les manifestations de la fatigue pour soi-même et chez les coéquipiers (Q 10)

Celles-ci sont classées en huit catégories (annexe). Les principaux résultats sont regroupés dans les tableaux 08 et 09.

- Pour soi-même (tableau 08), la prévalence se retrouve dans les manifestations mentales avec :

- l'attention réduite et la difficulté de concentration,
- la lenteur intellectuelle (augmentation des temps de réaction, calcul mental plus lent).

Les manifestations liées à la fatigue et à la somnolence viennent ensuite.

Tous les signes annonciateurs d'un besoin de sommeil représentent plus de la moitié des manifestations.

Tableau 08 : Fréquence des réponses à la question 10 pour l'ensemble de l'échantillon (analyse globale) et en fonction du type de rotation effectuée.

<i>Différences entre catégories</i>	<i>Long-courrier</i>	<i>Court-courrier</i>
Manifestations liées à la somnolence	60%	50%
Manifestations émotionnelles	20%	30% (irritabilité)
Manifestations verbales et sociales	20%	20% (mauvaise réceptibilité des messages)

Manifestations de la fatigue identifiées chez soi-même.

Analyse globale :

- 1 - Attention réduite, dispersée et difficulté de concentration : 26%
- 2 - Irritation, brûlure et fatigue des yeux : 18 %
- 3 - Paupières tombantes, assoupissement : 18%

Tableau 09 : Fréquence des réponses à la question 10 pour l'ensemble de l'échantillon (analyse globale) et en fonction du type de rotation effectuée.

<i>Différences entre catégories</i>	<i>Long-courrier</i>	<i>Court-courrier</i>
Manifestations mentales	42% (du temps de réaction)	48% (petites erreurs)
Manifestations liées à la somnolence	46% (baisse de vigilance)	38%
Manifestations émotionnelles	12%	14%

Manifestations de la fatigue identifiées chez ses co-équipiers.

Analyse globale :

- 1 - Baisse des communications verbales : 26%
- 2 - Mauvaise réceptibilité des messages : 16%
- 3 - Paupières tombantes, assoupissement : 14%

En long-courrier, on retrouve plus le besoin de sommeil et en court-courrier la baisse de vigilance ainsi que les oublis et les petites erreurs (annexe).

- Chez les coéquipiers (tableau 09) , d'une manière générale, ce sont les manifestations verbales et sociales qui sont identifiées en premier, puis viennent celles liées à la somnolence et aux manifestations mentales (petites erreurs).

La nature du vol va influencer sur la prévalence des items cités :

- en long-courrier, ce sont principalement les baisses dans les communications qui sont mises en cause,

- en court-courrier, les « petites erreurs » se retrouvent classées en premier avec 26% des citations.

CONCLUSIONS

A l'issue de ce modeste travail, nous pouvons dire que nous avons atteint aux résultats qui permettent de dégager plusieurs implications concernant la fatigue en aéronautique pour les personnels navigants. La première est qu'une gestion appropriée des repos permet de lutter efficacement contre les effets du décalage horaire sur la durée et la qualité du sommeil. Cet aspect constitue un point essentiel de la récupération de l'équipage puisqu'il conditionne pour une part importante la vigilance de l'équipage lors des vols retour...

D'autres aspects tels que, l'organisation des activités en vol, la monotonie sont abordés de manière à apporter des réponses pratiques aux pilotes dans leur préparation.

Les résultats obtenus sur des vols long- et court-courriers confirment l'implication de la charge de travail dans l'apparition de signes de fatigue, comme l'indique la dissociation fatigue-somnolence lors des phases finales de vol. Cet aspect, souvent sous-estimé dans les travaux sur la fatigue en aéronautique, doit être pris en considération d'autant plus que ces manifestations surviennent lors de phases critiques, la descente et l'approche, au cours desquelles les effets combinés de la charge de travail et de la privation de sommeil apparaissent les plus élevés.

Enfin, l'étude de la récupération de la fatigue dans les jours suivant les rotations suggère que la vitesse de récupération dépend étroitement du type de rotation long- ou court- courrier. Au vu des rotations effectuées, deux journées de repos ne permettent pas une récupération complète à la suite de vols long-courriers comportant des escales courtes. Un recueil de données complémentaires sur un plus grand nombre de rotations est actuellement en cours afin de vérifier ces premières tendances. Si ces résultats se confirmaient, ils devront être intégrés à la réflexion sur la réglementation des temps de repos.

Nous espérons que la conscience de sécurité aérienne oblige d'exhorter les futures ingénieurs à poursuivre ce travail pour des améliorations qui feront l'objet d'un nouveau sujet.

LA FATIGUE EN AERONAUTIQUE (PN)

* QUESTIONNAIRE *

01-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 03 derniers mois,
- dans la colonne de droite, la proportion approximative (en %) de vols que vous souhaiteriez effectuer sur 03mois, 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 03 mois.	Proportion de vols que vous souhaiteriez effectuer sur 03 mois.
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 %

02-Effectuez-vous des vols charters ?

Oui /Non

Si oui, dans quelle proportion ces 03 derniers mois ?%

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

Oui /Non

Si oui, dans quelle proportion ces 03 derniers mois ?%

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

04-indiquez le nombre d'heures de service de ces derniers 7 jours :.....

05-Dans ces derniers 7 jours, combien d'heures avez-vous travaillé dans la plage horaire

24h-06h :.....

06-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) :

En forme ←————→ Très fatigué

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

08-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 :

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

	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Charge de travail importante					
Réaliser des actions dans un temps limité					
Actions simultanées					
Etre interrompu pendant une activité par PN					
Problèmes de coordination avec le coéquipier					
Densité des échanges verbaux					
Communiquer dans une langue Etrangère					
Manque de sommeil					
Autres, précisez					

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 .

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					
Annonce d'un vol difficile (météo, trafic...)					
Mésentente avec le co-équipier					
Nécessité de réaliser une étape supplémentaire imprévue					
Respect des contraintes horaires					

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

	Comme d'habitude	<i>Plus difficile</i>
-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	←	→

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

Fiche de renseignements

- Situation matrimoniale :

Marié Divorcé Célibataire

- Nombre d'enfants :

- Lieu d'habitation principale : ville Province

- Hygiène alimentaire :

Indiquez votre consommation habituelle par jour :

-

-

-

- Commentaire(s) :

Etes-vous du Matin ?

Etes-vous du Soir ?

CONSIGNE :

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 SEUL REPONSE*.
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 cet effet.

Peu d'appétit. []

Assez bon appétit. []

Très bon appétit. []

07-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. []

08-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. []

09-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 ?

20 21 22 23 24 01 02 03 heures



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
 ←-----→
 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
 ←-----→
 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. []

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)

2.2-PENDANT LE VOL

Vol de :.....

À :.....

Date :.....

Heure :.....

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

En forme ←—————→ Fatigué

Somnolent ←—————→ Eveillé

2-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					
Manque de concentration					
Bourdonnements dans les oreilles					
Périodes d'inattention					
Maux de tête					
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements					
Morosité					
Sensation diffuse de fatigue					
Douleurs dans les jambes					
Réduction de la vigilance					
Envie croissante et irrésistible de dormir					
Réduction de la motivation					
Picotements au niveau des yeux					
Lenteur dans l'action					
Lenteur dans la compréhension					
Désorientation					
Irritabilité					
Tendance à oublier des informations ou des actions					
Douleurs au niveau du dos					
Erreur d'interprétation					
Illusions visuelles					
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)					
Douleurs dans la nuque					
Difficultés d'estimation du temps					
Impatience					

2.3-APRES LE VOL

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

En forme.....Fatigué

Somnolent.....Eveillé

2-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					
Manque de concentration					
Bourdonnements dans les oreilles					
Périodes d'inattention					
Maux de tête					
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements					
Morosité					
Sensation diffuse de fatigue					
Douleurs dans les jambes					
Réduction de la vigilance					
Envie croissante et irrésistible de dormir					
Réduction de la motivation					
Picotements au niveau des yeux					
Lenteur dans l'action					
Lenteur dans la compréhension					
Désorientation					
Irritabilité					
Tendance à oublier des informations ou des actions					
Douleurs au niveau du dos					
Erreur d'interprétation					
Illusions visuelles					
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)					
Douleurs dans la nuque					
Difficultés d'estimation du temps					
Impatience					

Note :(1^{er}) Sommeil nocturne - à remplir au (coucher/lever/ Lever + 2 h/ Lever + 4 h)

(2^{ème}) Sommeil nocturne - à remplir au (coucher/lever/ Lever + 2 h/ Lever + 4 h)

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

Evaluation de la fatigue

2.1- 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.

Fiche de renseignements

- Situation matrimoniale :

Marié Divorcé Célibataire

- Nombre d'enfants :

- Lieu d'habitation principale : ville Province

- Hygiène alimentaire :

Indiquez votre consommation habituelle par jour :

-

-

-

- Commentaire(s) :

Etes-vous du Matin ?

Etes-vous du Soir ?

CONSIGNE :

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 SEUL REPONSE*.
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 cet effet.

Pas d'appétit. []

Peu d'appétit. []

Assez bon appétit. []

Très bon appétit. []

07-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. []

08-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. []

09-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. []

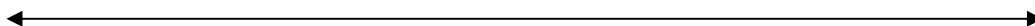
Dans une forme satisfaisante. []

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 ?

20 21 22 23 24 01 02 03 heures



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
 ←-----→
 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
 ←-----→
 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. []

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)

2.2-PENDANT LE VOL

Vol de :.....

à :.....

Date :.....

Heure :.....

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

En forme ←—————→ Fatigué

Somnolent ←—————→ Eveillé

2-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					
Manque de concentration					
Bourdonnements dans les oreilles					
Périodes d'inattention					
Maux de tête					
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements					
Morosité					
Sensation diffuse de fatigue					
Douleurs dans les jambes					
Réduction de la vigilance					
Envie croissante et irrésistible de dormir					
Réduction de la motivation					
Picotements au niveau des yeux					
Lenteur dans l'action					
Lenteur dans la compréhension					
Désorientation					
Irritabilité					
Tendance à oublier des informations ou des actions					
Douleurs au niveau du dos					
Erreur d'interprétation					
Illusions visuelles					
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)					
Douleurs dans la nuque					
Difficultés d'estimation du temps					
Impatience					

2.3-APRES LE VOL

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

En forme.....Fatigué

Somnolent.....Eveillé

2-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					
Manque de concentration					
Bourdonnements dans les oreilles					
Périodes d'inattention					
Maux de tête					
Perte d'intérêt pour l'entourage et les événements					
Morosité					
Sensation diffuse de fatigue					
Douleurs dans les jambes					
Réduction de la vigilance					
Envie croissante et irrésistible de dormir					
Réduction de la motivation					
Picotements au niveau des yeux					
Lenteur dans l'action					
Lenteur dans la compréhension					
Désorientation					
Irritabilité					
Tendance à oublier des informations ou des actions					
Douleurs au niveau du dos					
Erreur d'interprétation					
Illusions visuelles					
Focalisation de l'attention (idée fixe, action figée)					
Douleurs dans la nuque					
Difficultés d'estimation du temps					
Impatience					

Note :(1^{er}) Sommeil nocturne - à remplir au (coucher/lever/ Lever + 2 h/ Lever + 4 h)

(2^{ème}) Sommeil nocturne - à remplir au (coucher/lever/ Lever + 2 h/ Lever + 4 h)

CHAPITRE I

Généralités

CHAPITRE II

Le métier de navigant
aérien et la fatigue

CHAPITRE III

ENQUETE SUR LA FATIGUE DES PERSONNELS NAVIGANTS

CHAPITRE IV

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

INTRODUCTION

CONCLUSION

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ANNEXE

QUESTIONNAIRE