

# Activité, charge de travail et stress du personnel navigant des compagnies aériennes



## La situation dans les courts et moyens courriers

*Peu d'études ont été réalisées sur la charge de travail et les risques psychosociaux chez le personnel navigant de compagnies aériennes notamment pour les courts et moyens courriers. Ce dossier, construit à partir des résultats d'une étude, fait le point sur le sujet.*

### En résumé

Cet article est le résultat d'une étude menée par l'INRS, entre 2000 et 2004, à la suite d'une demande concernant principalement l'étude des relations entre les exigences du travail et les effets sur la charge physique, mentale et émotionnelle des navigants.

Pour répondre aux préoccupations soulevées par les demandeurs, le choix a été fait de s'intéresser aux vols court et moyen courriers.

La démarche méthodologique a reposé sur une approche ergonomique et psychosociale. Les résultats s'articulent autour de trois axes : l'environnement physique, la charge de travail et le stress du personnel. Ils sont développés et discutés en fin d'article.

En conclusion, des propositions concrètes d'actions de prévention, émergeant naturellement de cette étude, sont présentées.

service et des taux de remplissage. Cette évolution semble avoir eu une influence sur la performance des compagnies aériennes (retards difficilement récupérables, incidents techniques fréquents, absentéisme en augmentation) ainsi que sur les conditions de travail des navigants (charge de travail élevée, fatigue importante, stress lié aux conflits avec des passagers, perturbations du sommeil...). Pour répondre aux préoccupations des Comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) de plusieurs compagnies aériennes, des services de prévention de Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) ont sollicité l'INRS pour qu'une étude portant sur les conditions de travail du personnel navigant soit réalisée. Parallèlement et à l'initiative du service prévention de la CRAM Ile-de-France, un groupe de travail constitué de représentants des CRAM et des syndicats professionnels (Syndicat national des personnels navigant technique [SNPNT] et Syndicat national des personnels navigant de cabine [SNPNC]), des membres de CHSCT, des médecins du travail et une équipe de recherche INRS<sup>(1)</sup> a été créé. Au vu de la diversité des situations de travail à étudier (court, moyen, long, très long courrier), des types d'avion et de l'importance des populations impliquées, l'INRS a proposé au groupe de travail de procéder, dans un premier temps, à une analyse approfondie de la demande pour délimiter un champ d'investigation précis et élaborer une démarche méthodologique adaptée à ce milieu de travail. Les résultats de cette analyse de la demande (ou étude

M. FRANÇOIS,  
D. LIÉVIN,  
M. MOUZÉ-AMADY

Département  
Homme au travail,  
INRS

*(1) Ce groupe a intégré, par la suite, des représentants de l'aviation civile (DGAC) et du ministère des Transports.*



Documents  
pour le Médecin  
du Travail  
N° 111  
3<sup>e</sup> trimestre 2007

307

L'ouverture économique de l'espace aérien dans les années 80-90 s'est traduite par de profondes mutations du secteur du transport. L'accroissement du trafic (+ 39 % en 10 ans, source : Direction générale de l'aviation civile (DGAC), 2001), le développement des vols régionaux, l'accroissement de la concurrence ont modifié les conditions d'exploitation : modifications des types de vol, d'avion, des prestations de

d'instruction) ont servi de base de discussion au groupe de travail qui a retenu le principe d'une étude sur la charge de travail et le stress du personnel navigant en court et moyen courriers. La réalisation de l'étude a été menée par l'INRS et s'est déroulée entre 2000 et 2004. Les principaux résultats sont présentés dans cet article.

## Le métier de navigant aérien

### LES MISSIONS DU PERSONNEL NAVIGANT

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, hôtesse 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 de l'itinéraire et du vol. Chaque opération fait appel à des compétences spécifiques qui constituent le travail du pilote [1].

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).

### PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES SITUATIONS DE TRAVAIL EN COURT ET MOYEN COURRIERS

Les vols court et moyen courriers se caractérisent par des durées de vol compris entre une heure à une heure et demie et pouvant aller jusqu'à cinq heures en dehors de l'Hexagone : de ce fait, ils présentent des contraintes spécifiques par rapport aux longs voire très longs courriers. Outre les décollages et atterrissages successifs qui peuvent aller jusqu'à 5 par jour, les navigants, tant techniques que de cabine, ont insisté sur les contraintes liées à l'absence de stabilité des équipages au cours d'une « rotation » (jours de vols consécutifs). Cette instabilité résulte des réglementations différentes pour un même équipage (PNT, PNC) et de l'utilisation de différents types d'avions. Dans une même journée de travail, l'équipage constitué pour un vol peut ainsi être modifié dans sa composition pour le vol suivant ; cette précarité du collectif de travail peut avoir une influence importante sur la régulation de la charge de travail physique, mentale et émotionnelle du personnel. D'autres aspects - notamment certaines modalités organisationnelles (départs matin ou après-midi, vols en saison d'hiver ou d'été, nombre de vols quotidiens, durée de la rotation) - ont été évoqués lors d'entretiens (*annexe 1*) comme des facteurs susceptibles de modifier leur charge de travail et leur fatigue par les PN en court et moyen courriers. L'ensemble de ces éléments est consigné dans le *tableau I*.

La disparité des conditions de travail entre les types de vols (long, moyen et court courriers), entre les petites et les grandes compagnies aériennes est ainsi apparue clairement au cours de cette étude d'instruction. Malheureusement, parmi les différentes compagnies aériennes sollicitées dans le cadre de cette étude (4 en tout), une seule a accepté l'étude. Par ailleurs, l'analyse bibliométrique (*annexe 2*) souligne le peu de recherches menées sur les conditions de travail des navigants en court et moyen courriers et encore moins sur le personnel de cabine (PNC).

La notion d'équipage est également peu abordée dans la littérature en tant qu'objet d'étude. En général, ces métiers (PNT, PNC) sont étudiés séparément ; celui de navigant technique faisant l'objet de la majorité des recherches. Or, le métier de navigant de cabine est une activité à forte responsabilité (sûreté et sécurité, service aux passagers) qui se déroule dans un espace restreint, encombré et avec des contacts parfois difficiles avec certains passagers : les facteurs de charge de travail sont donc nombreux, quoique peu étudiés jusqu'alors [2, 3].

Ce constat a guidé notre choix dans la délimitation du champ de l'étude et a fait retenir comme priorité le travail d'un équipage (PNT, PNC) sur court et moyen courriers.

## Synthèse des principaux problèmes évoqués dans les entretiens avec les PN.

TABLEAU I

Origines	Facteurs concernés	Conséquences évoquées
<b>Conditions d'exploitation des vols</b> (contraintes commerciales)	- Maintenance - Statut du personnel - Durée du temps d'escale	- Prise de risque - État du matériel
<b>Organisation des vols</b> (rotations, temps de travail, gestion du personnel...)	- Nombre d'étapes / jour - Repas - Nuits courtes - Changements d'avion - Retards - Vols courts - Réduction des escales - Équipage PNT-PNC - Conventions collectives - Instabilité des plannings - Contrainte temporelle	- Charge de travail, fatigue, troubles digestifs... - Difficultés de communication - Qualité du service...
<b>Matériel</b> (type d'avion, trolleys*, technologie...)	- Espace de travail - Poids et maniabilité du matériel - Automatisation	- Sécurité - Postures - Heurts fréquents...
<b>Environnement</b> (physique, psychosocial...)	- Climatisation - Bruit, sécheresse de l'air - Compression / décompression - Espace de travail exigü - Turbulences - Comportement des passagers - Relations avec le sol...	- Fatigue auditive, inconfort - Troubles circulatoires, otites barotraumatiques - Activité perturbée - Stress, absentéisme ...

\* Terme technique désignant les chariots de transport des boissons et plateaux repas.

## Démarche de l'étude et méthodes

Les résultats de l'étude d'instruction ont permis :

- d'émettre des hypothèses sur les conséquences possibles des contraintes du travail sur la charge, la fatigue et le stress des personnels en court et moyen courriers ;

- de structurer le protocole d'intervention (variables retenues, organisation des rotations, méthodes et matériel utilisés, etc.).

### DÉMARCHE

Le transport aérien est un univers complexe où des appareils et des systèmes divers sont mis en œuvre par une multiplicité d'acteurs dans un contexte difficile, voire dangereux, qui exige de chacun une grande compétence professionnelle. La sécurité de ces systèmes repose sur un pouvoir réglementaire (dont l'objectif est de standardiser des procédures générales pour permettre une meilleure organisation) et sur des procédures techniques propres à chaque type d'avion. L'approche systémique semble, à ce propos, le concept le

mieux adapté pour penser cette « complexité organisée » [4, 5]. L'étude d'un univers aussi sophistiqué nécessite d'utiliser des méthodes qui permettent de « déchiffrer » cette réalité sans la réduire et, le cas échéant, d'agir sur elle avec plus de pertinence.

### MÉTHODES

La prise en compte des différents éléments du système étudié et de leur interaction nécessite d'articuler différentes méthodes qui permettent de restituer l'impact de l'activité sur la santé, au sens de l'Organisation mondiale de la santé <sup>(2)</sup>, des navigants :

- d'une part, hors situation de vol : étude des « traces » laissées par le système et enquête par questionnaires auprès d'un échantillon de navigants ;

- d'autre part, en situation de vol : entretiens semi-directifs, mesures et évaluations ponctuelles des effets des contraintes retenues sur la charge de travail et le stress des navigants.

Les mesures et évaluations (10 PNT et 20 PNC) ont été réalisées au cours de 48 vols courts et moyens courriers déterminés selon un protocole d'intervention qui a intégré :

- ① des éléments communs à toutes les rotations : stabilité et mixité des équipages, départ et retour à la base

(2) « La santé est un état complet de bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » [6].

## Résultats

Dans cette partie, seront analysés le contexte aérien de l'étude (horaires des vols et origine des retards, taux de « remplissage », environnement physique), les dysfonctionnements du système de travail (accidents et absentéisme) et les effets de l'activité des PN sur leur charge de travail et leur niveau de stress.

### CONTEXTE AÉRIEN DE L'ÉTUDE

#### Horaires des vols

L'activité du personnel navigant est rythmée, tout au long de son temps de service de vol <sup>(3)</sup>, par les contraintes horaires fixées par les compagnies et les créneaux de vols disponibles. Cette situation s'est par ailleurs renforcée avec l'organisation en HUB qui permet à certains aéroports d'assurer plus efficacement les correspondances entre différentes destinations. Le respect des horaires apparaît alors comme

(aéroport) d'affectation, rotation de 3 jours avec décrocher, nature du poste occupé, nombre de vols par journée de rotation (3 ou 4 vols par jour), nombre de vols pour 3 journées de rotation ;

② des facteurs liés à la temporalité : saison été (3 rotations) et hiver (2 rotations), moment du départ (23 vols le matin entre 6 h et 12 h et 25 vols le soir entre 13 h et 21 h) ;

③ des facteurs non maîtrisés : type d'avion, taux de remplissage (passagers), destination, type de service de vol (repas chauds, collation...).

Ce protocole n'est pas une construction virtuelle de la réalité, mais une réplique des situations de travail habituelles plus condensée dans le temps. Pour des raisons méthodologiques, seul le maintien pendant 3 jours du même équipage (PNT, PNC), situation peu fréquente dans la réalité, a été retenu.

Le **tableau II** résume ces différents éléments, les méthodes, les moyens utilisés pour évaluer la charge de travail des navigants et les contraintes de mise en œuvre de l'étude.

Une procédure d'homologation du matériel embarqué a été réalisée selon un protocole général d'agrément établi par l'entreprise d'accueil. Ces tests EMI (Electro Magnetic Interference) visaient à établir l'innocuité électromagnétique des appareils de mesure de l'INRS sur ceux de l'avion (famille des Airbus).

(3) TSV : activité liée à l'exécution d'un ou plusieurs vols entre deux repos successifs.

TABLEAU II

#### Démarche et méthodes utilisées pour l'évaluation de la charge de travail et du stress des navigants en court et moyen courriers.

Démarche	Méthodes	Moyens	Contraintes de mise en œuvre
<b>1° Connaissance du système et de ses contraintes</b>	- Analyse documentaire (effectif, organisation...) - Entretiens - Étude des « traces » du système (accidents, absentéisme, incidents...)	- Bibliographie - Entretiens semi-directifs - Analyse de contenu	Accès aux données
<b>2° Évaluation des effets des contraintes retenues</b> au cours de 48 vols répartis en 5 rotations de 3 jours de 3 ou 4 vols / jour sur un échantillon de 10 PNT et 20 PNC	Analyse ergonomique de l'activité PNT et PNC en situation : - observations et enregistrements de l'activité (postures, distances parcourues, activités collatérales...) - enregistrement de paramètres physiologiques et fonctionnels (fréquence cardiaque, pression artérielle, force de préhension) - enregistrement de paramètres physiques (bruit, humidité, pression cabine, température) - évaluation subjective de la charge physique et mentale - évaluation subjective de la fatigue et de la performance cognitive	- Grille d'observations, chronomètre, podomètre vidéo - Holter, tensiomètre, dynamomètre - Dosimètre bruit, thermohygrobarographe - Echelle NASA-TLX [7] - Échelles d'évaluation, tests psychométriques	- Matériel sous conditions d'homologation COFRAC et Airbus (essais préalables en laboratoire, au sol et en vol) - Disponibilité du personnel pour les mesures ponctuelles
<b>3° Enquête auprès d'un échantillon de 410 navigants</b>	Évaluation du niveau de stress et du contrôle perçu sur les conditions de travail	Questionnaires WOCCQ®* et MSP® [8] [9]	- Échantillonnage - Retour des questionnaires

WOCCQ® : cf. encadré « Validation des questionnaires, qualités psychométriques du WOCCQ » dans l'article « Démarche de prévention du stress au travail. la réalisation d'un diagnostic organisationnel », DMT n° 107, p. 316.

un objectif essentiel pour le personnel navigant et plus particulièrement pour le commandant de bord à qui incombe cette responsabilité.

Globalement, lorsque l'ensemble des vols d'une journée (3 ou 4 vols) est analysé, l'écart moyen en fin de journée par rapport aux horaires officiels est faible, de l'ordre de 8 min, mais peut atteindre 40 min pour certains vols. Ainsi la comparaison des horaires réels et officiels des vols montre des écarts importants :

➤ au départ, 35 % des vols observés ont plus de 15 min de retard. Ce chiffre est par ailleurs confirmé par l'Observatoire des retards du transport aérien en France <sup>(4)</sup> (31,5 % des vols, en 2001, avaient plus de 15 min de retard au départ) ;

➤ au cours des vols, les retards et les avances sont mieux répartis de part et d'autre de la tendance centrale (45 % des vols) puisque, dans 29 % des cas, les vols ont gagné plus de 6 min (maximum 17 min) et dans 27 % des cas observés, les durées sont allongées de plus de 6 min (maximum 28 min). Dans ce cas la perte de temps est essentiellement due aux attentes à proximité des grands aéroports avant atterrissage. Le gain de temps le plus important est obtenu quand le pilote est autorisé à se poser à « vue » <sup>(5)</sup> ;

➤ aux escales, leur durée théorique est en moyenne de 55 min pour la France et de 1 h 15 pour l'Europe. Les durées réelles observées sont quasiment identiques pour la France (1 h 01) et l'Europe (1 h 04). Ces durées sont respectée à +/- 5 min pour 24 % des escales, raccourcies de 6 à plus de 26 min dans 33 % des cas et rallongées de 6 à plus de 16 min dans 42 % des cas.

Ainsi l'analyse des retards et des avances par vol met en évidence une régulation permanente entre ces deux situations : gagner du temps, quand c'est possible, pour compenser les retards existants ou à venir. Comme c'est au cours des vols et surtout des escales qu'il est possible de rattraper les retards, le commandant de bord (CDB) n'hésite pas, lorsque cela est possible, à accélérer les procédures d'embarquement et à négocier avec la tour de contrôle un créneau horaire plus avantageux.

Si le CDB peut, sous certaines conditions (escales d'une durée supérieure à 45 min), rattraper une partie des retards, les conséquences de cette stratégie ne sont pas identiques pour tous les navigants. En particulier cette diminution augmente la pression temporelle des PNC situés en bout de chaîne, qui se voient obligés d'accélérer les procédures d'embarquement et de raccourcir leur temps de repas ou de repos. Ce problème des retards n'est pas nouveau, puisque, dans une étude réalisée en 1998 pour le Comité d'hygiène et de sécurité et des conditions de travail de la même compagnie [10], 64 % des vols avaient un retard compris entre 10 min et plus d'une heure à l'arrivée. Le rôle de régulation des escales et de leur durée était déjà souligné.

## Événements et incidents

Malgré les procédures et les contrôles mis en jeu, le déroulement d'un vol n'est pas exempt d'événements non prévus. La grande majorité de ces derniers n'ont pas d'effet direct sur la sécurité, en particulier en ce qui concerne les pilotes, car les systèmes complexes actuels sont protégés contre un certain nombre de défaillances, qu'elles soient d'origine humaine ou mécanique. En revanche, selon le moment du vol où se produisent ces incidents, les conséquences sur la charge de travail, la fatigue ou le stress du personnel peuvent être importantes. À ce niveau, ces événements peuvent mobiliser une partie des capacités actives des PN, diminuer leur vigilance ou au contraire focaliser leur attention et être à l'origine d'oublis ou d'erreurs. Les incidents et événements observés durant les différents vols ont fait l'objet d'une classification en 11 catégories, regroupées en 3 grandes classes (**tableau III**) : conditions de réalisation du travail, gestion du travail et relations interpersonnelles. Cette classification est la même que celle utilisée dans l'enquête par questionnaires pour traiter les situations-problèmes.

### Les événements relatifs au travail des PNT

Les événements de la classe « **conditions de réalisation du travail** ( $\pm 70\%$ ) » concernent :

➤ les exigences du travail (24 %) : Cette classe caractérise les événements en rapport avec les contraintes qui interfèrent directement sur l'activité, comme les retards, ou celles issues de l'activité d'autres corps de métier (services aéroportuaires). Dans ces situations, l'équipage subit ces contraintes sans pouvoir toujours les maîtriser et c'est surtout au sol que les problèmes apparaissent (31 %) : vol non sécurisé <sup>(6)</sup>, alors que cela avait été demandé par le CDB, contrôle sécurité plus rigoureux <sup>(7)</sup>, passagers absents de la liste d'embarquement, attente due à l'encombrement des pistes et à l'absence du personnel au sol pour diriger l'avion, emplacement prévu de parking de l'avion non disponible, informations de dernière minute concernant les changements ou les fermetures de pistes, etc. À noter qu'une bonne coordination avec les équipes au sol (équipe mécanique et chef avion) permet d'atténuer l'impact de ces événements et, par contre coup, la charge des pilotes.

➤ l'environnement physique (18 %) regroupe des événements (météo, encombrement aérien, ambiance physique, espace de travail, etc.) qui se produisent surtout en vol (30 %). Au sol (10 %), sont retrouvés dans cette classe la signalétique défectueuse des pistes, la propreté et le mauvais rangement du cockpit, le non réapprovisionnement de recharge pour le fax ou de « chiffonnette » pour nettoyer les cadrans des instruments ;

➤ l'environnement technique (16 %). Cette catégorie est constituée essentiellement d'incidents pour la plupart mineurs qui surviennent aussi bien pendant le

(4) L'Observatoire a été mis en place par le Comité français des usagers du transport aérien qui publie, en coopération avec la DGAC, deux bilans semestriels par an.

(5) Dans certaines conditions (peu de trafic, vent faible), le pilote peut demander un axe de piste situé près du cap d'arrivée et réaliser une approche directe.

(6) Vol non sécurisé : vol dont les passagers et les bagages ne sont pas systématiquement vérifiés.

(7) Au moment des observations, les contrôles de sécurité décidés suites aux attentats du 11 septembre 2001, n'étaient que partiellement mis en place et ont peu affecté le déroulement des vols.

TABLEAU III

Répartition des principaux événements relevés pendant les observations de l'activité des PNT et des PNC au sol et pendant les vols.

Classes d'événements ou d'incidents	PNT			PNC
	Au sol N = 101 = 100%	Pendant le vol N = 70 = 100%	Total N = 171 = 100%	Au sol et en vol N = 151 = 100%
■ CONDITIONS DE RÉALISATION DU TRAVAIL	66%	78%	70%	75%
Risques et santé	9%	17%	12%	12%
Environnement technique	16%	17%	16%	9%
Exigences du travail	31%	14%	24%	12%
Environnement physique	10%	30%	18%	42%
■ GESTION DU TRAVAIL	28%	19%	25%	15%
Organisation	17%	-	11%	11%
Communication	10%	19%	13%	3%
Changement non prévu	1%	-	1%	1%
■ RELATIONS INTERPERSONNELLES	6%	3%	5%	10%
Avec la hiérarchie	-	-	-	2%
Avec les collègues du sol	4%	-	2%	1%
Avec l'équipage	1%	3%	2%	-
Avec les passagers	1%	-	1%	7%

vol qu'au sol. Ces incidents sont récupérés soit par les pilotes eux-mêmes, soit par l'intervention du personnel d'entretien, à distance (par radio) ou au sol. Selon l'importance de l'incident, la réparation est différée ou réalisée pendant le temps d'escale, dans certains cas un changement d'avion est demandé. Ces changements perturbent les pilotes dans l'organisation et la préparation de leur plan de vol : les contrôles réalisés successivement sur les deux avions peuvent interférer entre eux et conduire à des oublis ou à des confusions.

► les risques et la santé (12 %). Cette catégorie regroupe les événements qui peuvent avoir un effet sur la sécurité, comme les erreurs de manipulation, de paramétrage, les confusions, les oublis ou les inversions au niveau des procédures, le déclenchement des alarmes du TCAS<sup>(8)</sup>, etc. Ces événements se sont surtout passés en vol (17 % contre 10 % au sol) et ont toujours été récupérés par l'un ou l'autre des pilotes. Parmi les erreurs de manipulation constatées, certaines sont dues à des confusions entre boutons d'affichage trop proches et de même forme comme ceux de la vitesse et du cap. À noter, la difficulté d'accès de la documentation de bord située derrière le siège de l'OPL qui oblige à se contorsionner pour atteindre cette dernière. Ces mouvements de torsion du bassin sont, par ailleurs, à l'origine d'arrêts maladie pour dorsalgie.

La deuxième classe d'événements relevés concerne **la gestion du travail** (25 %). Deux catégories sont dominantes :

► la communication (13 %). Les événements de cette catégorie sont plus fréquents en vol (19 %). Ils concernent aussi bien les difficultés de compréhension des messages du contrôle aérien, surtout en anglais, que des oublis dans la transmission d'informations (procédures modifiées, non retour dans l'état d'avancement

d'une réparation, document mal imprimé, informations non transmises...). L'exemple suivant, survenu au contrôle de sécurité, un matin à la prise de poste, illustre parfaitement la difficulté de maîtriser l'information dans les systèmes complexes. L'agent de sécurité, non informé de la présence d'une équipe de recherche et du matériel porté par l'équipage, s'est opposé au passage de ces derniers occasionnant un retard non négligeable au départ. Pourtant la veille, à l'arrivée de l'étape, la personne responsable de la sécurité avait pris contact avec le CDB pour lui confirmer que tout était en ordre. Suite aux demandes du CDB et aux explications apportées, il est apparu que le document attestant et autorisant la présence de chercheurs aux côtés de l'équipage n'avait pas été remis à l'équipe de sécurité du matin et était resté sur le bureau du responsable. Au-delà de la recherche d'une responsabilité, l'analyse de cet incident montre que les procédures et les auto-contrôles mis en place ne suffisent pas à éviter le blocage du système et à provoquer des retards.

► l'organisation du travail (11 %). Dans cette catégorie, ont été essentiellement regroupés les événements dus à la gestion des activités comme la fourniture des plateaux repas, la grève de personnel au sol, les bagages excédentaires, les passagers non inscrits sur les listes... Elle représente 17 % des incidents au sol observés et est en lien, le plus souvent, avec les difficultés rencontrées dans la transmission et les échanges d'informations. Les événements de cette catégorie sont également générateurs de retards au départ.

La troisième classe d'événements concerne **les relations interpersonnelles** et s'avère peu nombreuse (5 %). Néanmoins leur effet sur la sécurité peut être déterminant en particulier lorsqu'elles altèrent la relation entre pilotes.

(8) TCAS : (Traffic alert and Collision Avoidance System) système anticollision embarqué.

### Les événements observés relatifs au travail des PNC

Comme pour les PNT, la majorité des événements observés (tableau III) concernent **les conditions de réalisation du travail** (75 %). Cette classe regroupe :

► l'environnement physique (42 %). La grande majorité des événements de cette catégorie est relative aux odeurs dégagées lors du décollage ou au cours de la croisière (kérosène, toilettes), aux turbulences et à la météo.

► les exigences du travail (12 %). Dans cette catégorie on retrouve les événements qui ont une action directe sur le travail des PNC : comme les bagages en surnombre dans la cabine, les retards qui ont des conséquences sur le service ou sur le temps des repas des PNC, en particulier lorsque les temps d'escale sont réduits. La manière de piloter l'avion au moment de l'atterrissage et du freinage n'a pas seulement des conséquences sur la sécurité des passagers, mais aussi sur celle des PNC, forçant ces derniers à intervenir dans une période critique pour faire face aux chutes d'objets, de personne ou à des heurts divers. De même, au moment du départ, un roulage court raccourcit la démonstration sécurité.

► les risques et la santé (12 %). Les événements de cette catégorie s'avèrent être souvent le résultat des conséquences des exigences du travail : tiroir renversé suite à des turbulences, chute d'un bébé après un atterrissage brutal, PNC essoufflé lors d'un effort important pour extraire de leurs logements certains trolleys...

La seconde classe - **gestion du travail** - regroupe 15 % des incidents. Ces derniers sont surtout liés à l'organisation (11 %). Les événements recensés dans cette catégorie font suite à des difficultés rencontrées en amont de l'activité, mettant en cause la préparation du travail et la transmission d'informations (nombre de repas livrés incorrect, sacs poubelles non vidés, bagages à main en surnombre...). Ces problèmes, partagés avec les PNT, ont une influence directe sur les retards et perturbent fortement le service des PNC. La contrainte temporelle générée dans ces moments particuliers constitue un facteur de risque non négligeable pour le personnel (travail dans l'urgence).

La troisième classe - **relations interpersonnelles** - représente 10 % des incidents, difficultés relationnelles avec les passagers (7 %) ou la hiérarchie immédiate (2 %).

### Remplissage des avions

Le taux de remplissage d'un avion n'est pas seulement un indicateur économique, il est aussi un facteur de charge pour les PNC. Selon le nombre de passagers, le temps de service varie et oblige le personnel à rester plus ou moins longtemps debout. De même à l'embarquement, un faible remplissage permet de

gagner du temps à l'escale. Le taux moyen pour l'ensemble des vols a été de 61 % (minimum 22 % et maximum 100 %). Seuls 25 vols sur les 48 (soit 52 %) ont eu un taux de remplissage supérieur à 60 %. Les vols sur la France ont eu un taux de remplissage plus élevé (71 %) que celui des vols à destination de l'Europe (25 %).

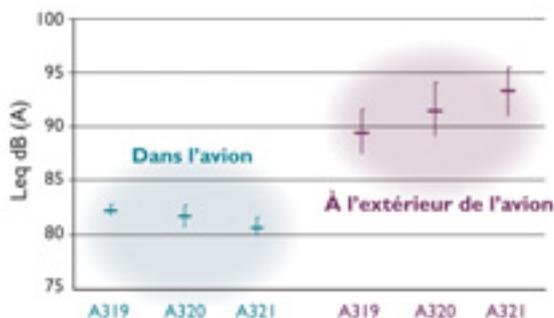
### ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

Les vols ont été réalisés dans des conditions météorologiques relativement favorables : soleil, pluie, mais ni neige ni verglas l'hiver. À noter le foudroiement <sup>(9)</sup> (sans conséquence) d'un avion au cours d'un des vols. Les paramètres caractéristiques de l'ambiance physique du cockpit et de la cabine : niveau sonore <sup>(10)</sup>, température, humidité de l'air et pression barométrique <sup>(11)</sup> ont été enregistrés en continu au cours des vols et moyennés minute par minute.

### Niveau sonore

Le calcul du niveau d'exposition quotidien en « Leq » <sup>(12)</sup> a été réalisé pour un temps de service de vol de 8 h. Les mesures à bord de l'avion (figure 1) montrent que les niveaux sonores sont compris dans une fourchette allant de 80 à 83 dB(A), ce qui correspond au premier niveau d'action (annexe 3) de la nouvelle réglementation française issue de la transcription de la directive européenne 2003/10/CE. Sans que l'on puisse considérer que ce niveau sonore mette l'ouïe en danger, ses effets non traumatiques ne sont pas négligeables : en particulier en ce qui concerne les effets de masque sur les signaux auditifs, la parole et l'attention. En revanche, le contrôle sécurité, appelé « tour avion » et effectué avant chaque départ par l'OPL, l'expose à des niveaux sonores nettement plus importants (89 à 94 dB(A)) qui justifient le port de protecteurs individuels.

Fig. 1 : Niveaux sonores en fonction du type d'avion.



(9) Un avion de ligne est en moyenne foudroyé toutes les 1500h de vol (ONERA, établissement de recherche du secteur aérospatial)

(10) Les mesures ont été réalisées par dosimétrie à l'aide d'un exposimètre SIE 95, Aclan-01 dB. Calibré avant chaque utilisation.

(11) Les enregistrements ont été réalisés à l'aide d'un Thermohygrobarographe Opus, Lufft.

(12) "LEQ" = LeqP ou LAeq, T : Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A. Cet indicateur donne le niveau moyen de bruit durant une période de temps T.

(13) Norme NF S 31-047, mai 1975.

(14) L'humidité relative est le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air humide et la pression de saturation de la vapeur d'eau à la température de l'air humide. Ces 3 caractéristiques de l'air humide sont liées à la pression barométrique du lieu où on l'évalue.

En ce qui concerne les PNC et compte tenu des distances d'intelligibilité de la parole en milieu bruyant <sup>(13)</sup>, des adaptations comportementales, notamment posturales, se mettent en place selon le nombre de sièges de l'avion. Durant le service commercial en cabine, des postures à risques ont été observées en relation avec le niveau sonore élevé (multiples flexions ou torsions du tronc...). Par ailleurs, une étude récente [11] a montré que des travailleurs ayant subi une exposition sonore élevée (70-80 dB (A)) à long terme (plus de 5 ans d'activité professionnelle) présentaient une altération de l'organisation corticale du traitement de la parole, y compris dans des conditions silencieuses (non bruyante). En outre, un tel niveau de bruit, notamment dans le cockpit, peut ainsi mettre en jeu la sécurité du système avion (masquage sonore). Ces observations confirment les réponses recueillies lors de l'enquête conditions de travail : 77 % des PNT et 56 % des PNC déclarent subir un niveau de bruit trop élevé.

### Pression atmosphérique, humidité relative et température

Pour permettre à l'oreille humaine de supporter les variations de pression dues au changement d'altitude, la pressurisation à l'intérieur des avions commerciaux varie progressivement, de celle du sol à une pression équivalente à celle d'une altitude de 6 à 7 000 pieds (1800 à 2200 m) pendant la croisière **(figure 2 gauche)**. Cette variation de pression a comme incidence d'augmenter ou de diminuer la pression à l'intérieur de l'oreille moyenne et des sinus du personnel navigant, selon la phase de vol. La trompe d'Eustache, qui relie l'oreille moyenne aux voies respiratoires, permet de rétablir la pression de chaque côté du tympan évitant ainsi sa perforation (dernier stade de l'otite barotraumatique). C'est au cours de la descente que le risque est le plus important, en particulier en cas d'obstruction partielle de cette dernière.

Les températures relevées au cours des observations en vol sont comprises entre 19 et 26 °C (moyenne 22,5 °C) et varient selon la saison. Elles restent cependant dans une fourchette acceptable si on tient compte que ces dernières peuvent se régler depuis le poste de pilotage à la demande de la cabine.

Le taux d'humidité relative <sup>(14)</sup> de l'air, qui avec la température, concourent au confort thermique, varie entre 11 et 35 %. Les variations constatées sont à mettre en rapport avec la pression barométrique **(figure 2 droite)**, l'emplacement dans l'avion **(figure 3)**, le taux de remplissage (21 % d'humidité pour un remplissage faible  $\pm 30$  % et 35 % d'humidité pour un remplissage plus important  $\pm 70$  %) et le type d'avion ( $\pm 22$  % d'humidité pour des A319, A320 et 28 % pour des A321). Ces valeurs s'avèrent faibles, en particulier dans le cockpit, au regard des préconisations internationales faites en matière de confort thermique. Les valeurs conseillées (ISO 7730, 1995, ISO 7243, 1994) sont en effet comprises entre 40 et 70 % d'humidité relative pour une température sèche de 21-22 degrés Celsius dans le cadre d'un travail de bureau [12]. Cette variable physique est importante, non seulement parce qu'elle est un élément du confort thermique, mais aussi parce qu'elle facilite l'écoulement du mucus dans les voies respiratoires et contribue à la diminution des infections rhino-pharyngées, et par conséquent diminue le risque d'otites barotraumatiques.

### Activité, charge de travail et fatigue des navigants techniques (PNT)

#### Mission et travail du pilote

L'objectif d'un équipage est de transporter dans les meilleures conditions de sécurité et de confort des passagers. Elle inclut la réalisation d'objectifs intermédiaires qui sont autant de sous systèmes en interrelations qui se déclinent différemment selon que l'on est

Fig. 2 : Exemples de variation de la pression barométrique (gauche) et du taux d'humidité relative (droite) en fonction des phases de vol (sol et croisière).

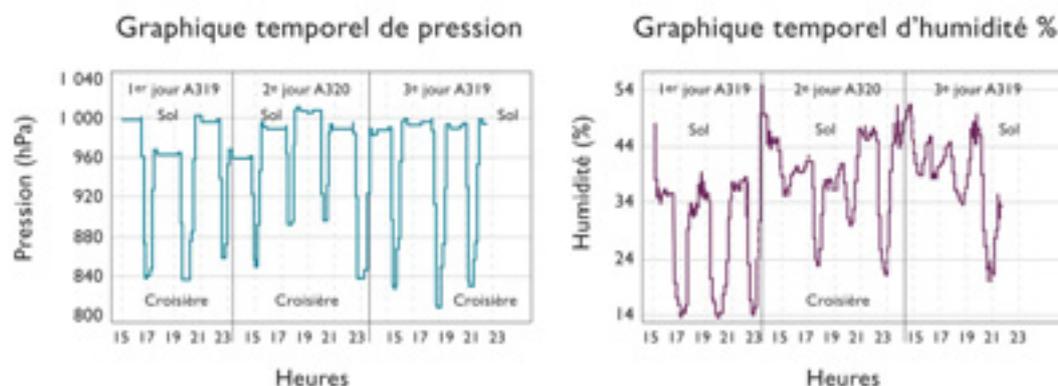
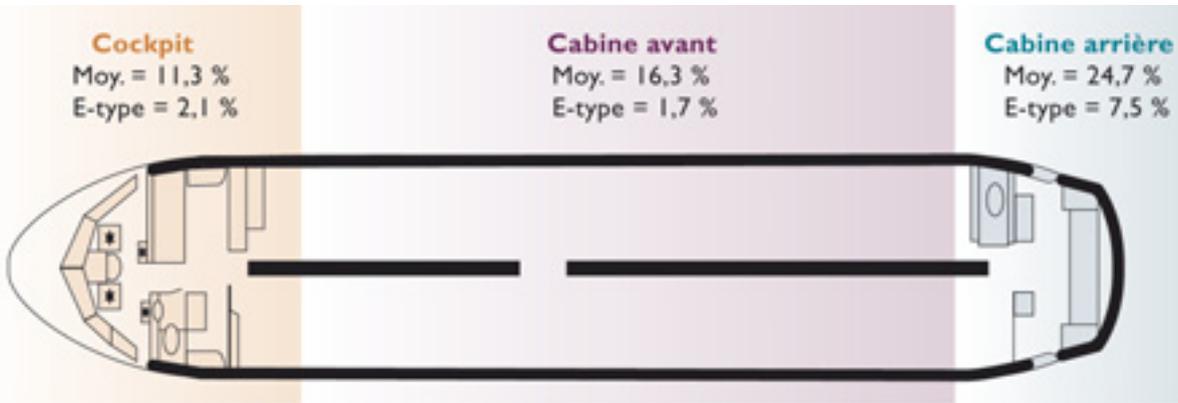


Fig. 3 : Variations du taux d'humidité relative selon l'emplacement à l'intérieur des avions de l'étude (A319, A320, A321).



pilote (relation avion-environnement) ou personnel de cabine (relation avion-passagers).

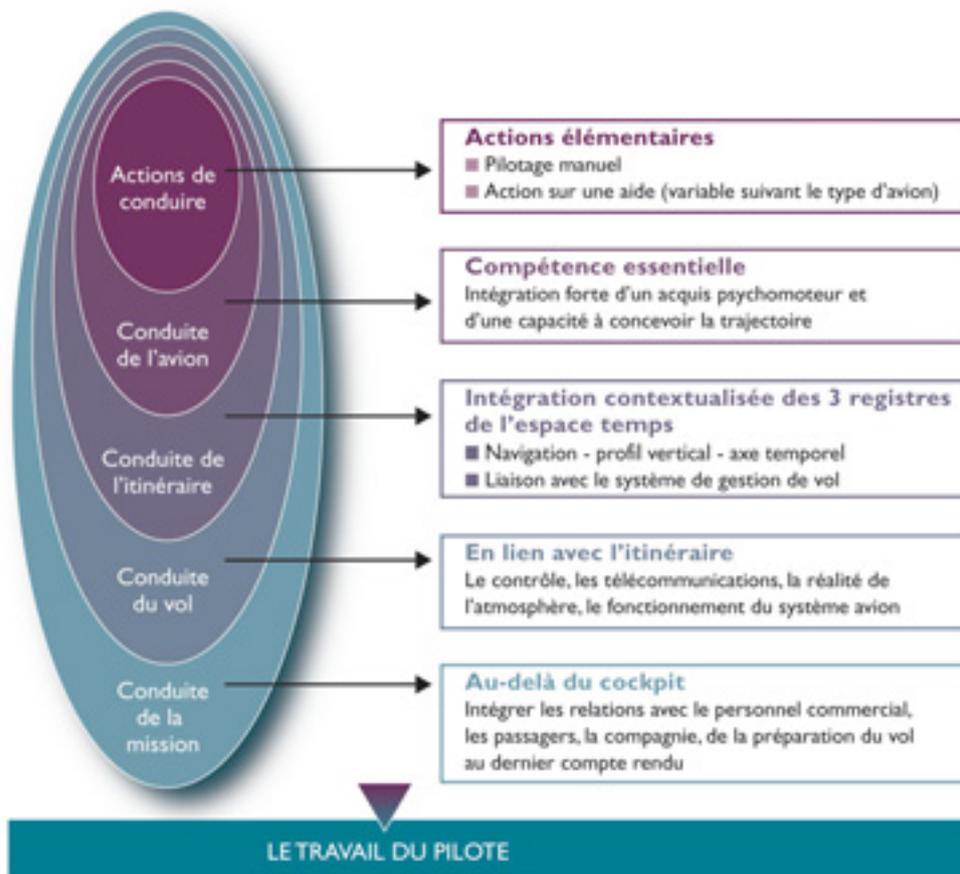
Pour un pilote [1], la conduite de la mission s'apparente à un processus qui dépasse la notion de « pilotage » : piloter relève d'une tactique à court terme avec pour objectif d'améliorer la performance, alors que les opérations de conduite relèvent d'une stratégie à long terme qui intègre la gestion du processus (figure 4).

La mission du système avion, tel qu'elle est définie dans la figure 4, ne se décrit pas seulement en termes de tâches, mais s'inscrit aussi dans le temps.

Ainsi, la mission peut se définir en quatre grandes phases (figure 5) :

- ❶ la préparation, depuis l'arrivée à la base jusqu'à la mise en place de l'avion ;
- ❷ l'envol, qui inclut le décollage et la montée ;
- ❸ la croisière ;

Fig. 4 : La mission et le travail du pilote [1].



(15) FMS : Flight Management System.

④ l'arrivée, qui comprend la descente, l'approche, l'atterrissage et le roulage.

Chaque phase se décompose en séquences de vol qui nécessitent la mise en œuvre de tâches spécifiques à leur réalisation, que l'on soit PNT ou PNC. C'est sur la base de ce découpage que les évaluations subjectives de la charge mentale et les observations de l'activité des PNT et des PNC ont été réalisées.

### Charge mentale et aide des automatismes dans le pilotage d'un avion

L'amélioration des performances des calculateurs et la diversification des équipements des avions modernes : automates (intégrés à des chaînes d'exécution comme la pressurisation cabine), automatismes (par exemple le pilote automatique), aides au pilotage (directeur de vol) et à la conduite (système de gestion de vol ou FMS <sup>(15)</sup>) caractérisent ces avions. Malheureusement, dans cette évolution technique, l'oubli par les concepteurs de certaines règles de base relatives aux facteurs humains et la difficulté pour l'homme d'optimiser ces systèmes complexes sans les avoir expérimentés lui-même (retour d'expérience) a conduit à certaines désillusions.

Une étude sur la représentation de la charge de travail (physique et cognitive) des pilotes d'Airbus A320 a montré que ces derniers reconnaissent avoir une charge cognitive importante selon les phases de vol et cela, malgré l'aide des automatismes mis en œuvre [13]. Ce résultat a été repris dans la présente étude pour être validé. Une évaluation subjective de l'aide des automatismes et du niveau de charge mentale investi au cours des phases de vol a été demandée aux pilotes (figure 6). La mise en relation de ces deux évaluations par l'analyse de régression font apparaître un ajustement statistiquement significatif du modèle réciproque utilisé entre charge et aide au pilotage ( $F(1,18) = 3,63 ; p = 0,07$ ). Ce résultat tendrait à montrer une relation positive entre les deux évaluations : plus l'aide des automatismes est importante, plus la charge mentale des pilotes est élevée ou, comme l'expriment certains pilotes, « les systèmes informatiques diminuent la charge de travail dans les phases de vol où elle

est faible et l'augmentent dans les phases où elle est forte à l'origine ». Au-delà de la relation statistique entre ces deux évaluations, la figure 6 fait apparaître trois zones :

- une zone (A) où le niveau de charge et l'aide des automatismes sont élevés. Cette zone regroupe les séquences de décollage, d'atterrissage, d'imprévu et d'approche ;
- une zone intermédiaire (B) où la relation entre niveau de charge et l'aide des automatismes est approximativement proportionnelle selon que l'avion est au sol (parc, après mise en route...) ou en vol (montée, descente...);
- une dernière zone (C) où la charge peut être considérée comme faible et l'aide des automatismes importante : c'est le cas de la phase de croisière.

Les niveaux élevés de charge cognitive exprimés par les pilotes au cours des séquences de vol relatives, en particulier, au décollage et à l'atterrissage (zone A), font supposer des niveaux d'exigence importants qui mobilisent d'une façon intensive les processus attentionnels des pilotes. Ces moments de charge voire de surcharge sont particulièrement dommageables en matière de sécurité puisque d'après une étude réalisée par la DGAC en 1990, 25 % des accidents d'avions surviennent au décollage et à la montée initiale, 43 % pendant l'approche finale et l'atterrissage. Cette mobilisation de l'attention est par ailleurs confirmée au travers des enregistrements de la fréquence cardiaque réalisés sur les pilotes au cours des vols. En effet, comme l'illustre la figure 7, cette charge attentionnelle se traduit, au moment du décollage et au début de la montée, par une diminution de l'arythmie cardiaque [14].

Ces résultats mettent en évidence les périodes les plus critiques d'un vol, celles où, en cas de difficulté, le temps de réaction des pilotes doit être court afin de réagir à tout événement non prévu. C'est tout particulièrement le cas au cours de l'approche, où, par exemple, l'aide informatique varie selon les conditions météorologiques : faible par beau temps, maximale par temps de brouillard, mais où le pilote doit, en fonction de la visibilité horizontale (75 m) et de la hauteur (7 m), à la vitesse de 60 m/s, décider s'il atterrit ou s'il remet les gaz. Les séquences de vol, comme la montée ou la descente, sont génératrices de charge mentale qui varie

Fig. 5 : Les différentes phases de vol d'une mission.

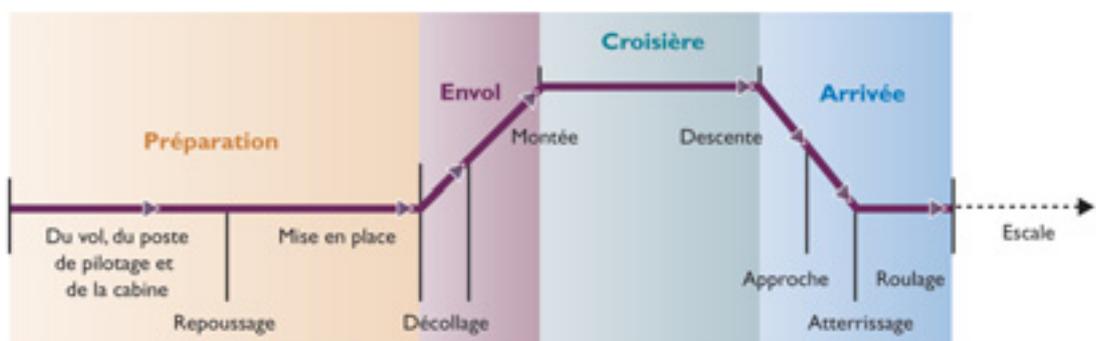


Fig. 6 : Charge mentale et aide des automatismes au cours d'un vol (n = 10 pilotes).

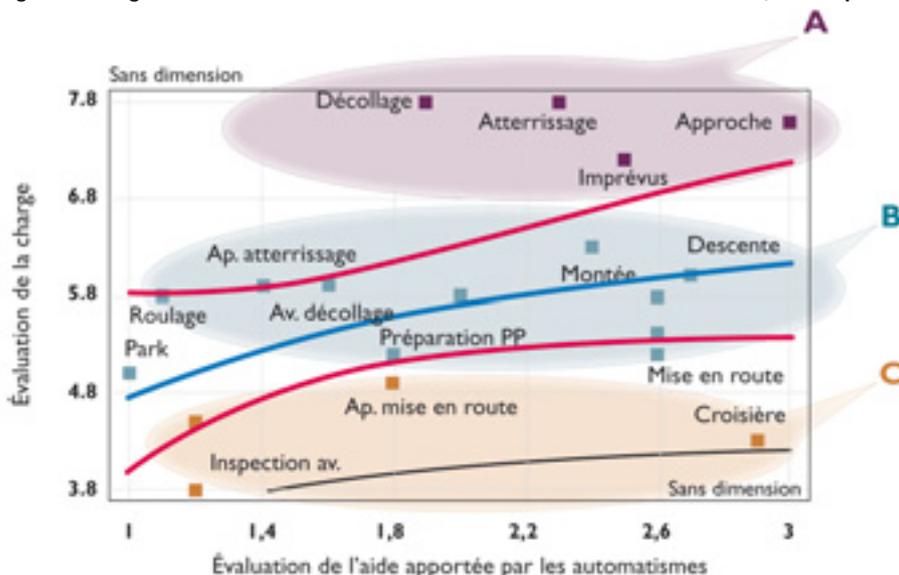
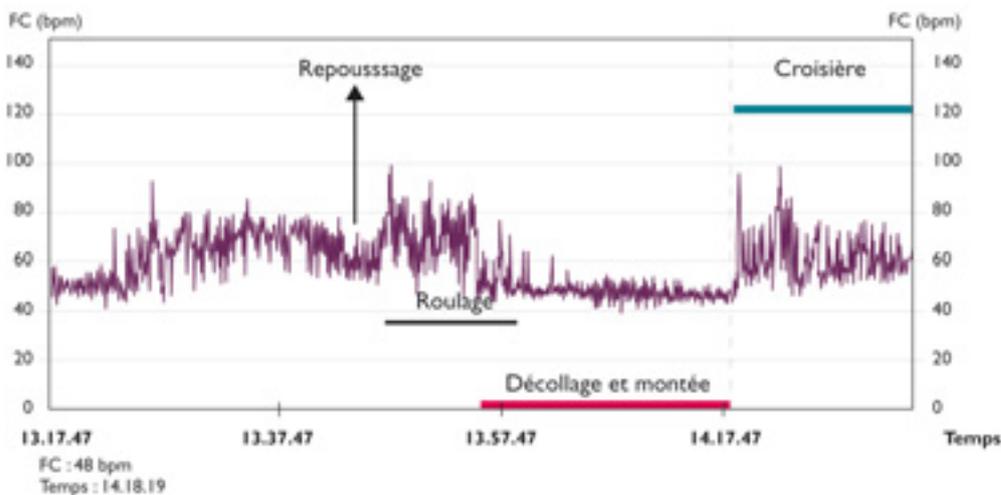


Fig. 7 : Effet de l'attention sur la variabilité cardiaque au cours des phases de décollage et de montée chez un CDB.



selon de nombreux facteurs, comme le jour ou la nuit, la météo, le relief, la connaissance du terrain, etc.

D'autres séquences, comme le roulage et l'après atterrissage, nécessitent peu d'aide de la part des automatismes, mais exigent beaucoup d'attention pour éviter les erreurs et accidents dus à la circulation, à l'encombrement et à la méconnaissance des terrains. Ces moments sont des sources d'inquiétude pour les pilotes, car l'avion lorsqu'il se déplace au sol n'offre pas les meilleures conditions de visibilité et de maniabilité <sup>(16)</sup>. Le rôle des automatismes est certes d'aider à la conduite de l'avion, mais quelle que soit la nature des systèmes ou des algorithmes de vol utilisés, ces dispositifs n'ont pas d'indépendance de fonction, ni de programmes suffisants pour un déroulement autonome face aux réalités concrètes. Ils doivent donc

être supervisés en fonction du moment du vol et des modalités de leur utilisation, déterminées par la mission.

Ainsi, en ce qui concerne la charge de travail des pilotes « malgré des progrès remarquables dans des domaines particuliers, la cohérence générale des moyens n'a pas été réalisée et une véritable réponse aux besoins des pilotes fait toujours défaut » [1]. Cette citation prend tout son sens au travers de deux observations faites au cours de l'étude et concernant :

- la recherche d'information pour résoudre un incident d'exploitation. Dans ce cas, les pilotes consultent la documentation mise à leur disposition (manuels d'exploitation), ensemble d'une dizaine de gros dictionnaires contenus dans une sacoche et situé à l'arrière du siège de l'OPL. Recherche fastidieuse qui peut

(16) Cette situation a pu être observée au cours de l'approche et de l'atterrissage d'un vol de nuit, sur un aéroport réputé difficile. Le pilote en fonction énervé par les directives trop précises et, de son avis, non justifiées, des contrôleurs, a freiné brutalement après l'atterrissage, ayant mal estimé la proximité d'un autre avion.

prendre du temps et impose des contraintes posturales pour accéder aux documents.

➤ les contraintes de re-programmation du calculateur du FMS, liées aux situations rencontrées en cours de vol (demandes des contrôleurs aériens, météo, etc.). La programmation réalisée au départ, pendant la phase de préparation doit, à certains moments du vol, être remise en question (par exemple un changement de piste de dernière minute au moment de la descente) et peut devenir problématique et éventuellement dangereuse selon le moment où elle est effectuée.

### Coordination CDB et OPL

Le travail en équipe est un des moyens mis en œuvre pour réguler la charge de travail des pilotes et assurer la sécurité des vols. La coordination entre le CDB et l'OPL s'organise sur trois principes : hiérarchie, répartition des tâches et contrôle mutuel. Un certain nombre de tâches, nécessaires à l'accomplissement de la mission, sont réparties d'une façon formelle entre le CDB et l'OPL (préparation du vol, tour, avion etc.). D'autres se décident un peu avant le départ entre les deux pilotes (décollage et atterrissage). Cette organisation n'est pas absolue et des dérogations peuvent y être apportées selon la situation rencontrée (risques spécifiques d'un aérodrome méconnu d'un des deux pilotes par exemple). Néanmoins, le CDB a toujours la décision finale, même si, selon les personnalités et la contrainte temporelle, elle est plus ou moins partagée. La qualité de cette coopération n'est pas naturellement acquise, comme le montre l'évaluation du niveau de frustration réalisé dans le cadre du questionnaire NASA-TLX (figure 8). Parmi les raisons de la frustration des OPL, le non-respect par le CDB de la répartition des tâches et les prises de décisions non partagées. Même si le niveau de frustration est faible dans cette étude, les difficultés de communication au sein d'un équipage peuvent être à l'origine de problèmes graves, voire d'accidents [15, 16]. Les recherches actuelles ten-

dent à montrer que les situations de conflits, qu'elles soient de nature relationnelle ou technique, peuvent contribuer à la genèse d'accidents [17, 18]. En particulier le contrôle mutuel exercé par chacun des pilotes, dans le but de limiter les erreurs, devient inopérant.

Ainsi le pilote en se focalisant sur cette situation de conflit, peut oublier les avertissements (techniques ou verbaux) générés par son environnement immédiat et maintenir son choix initial.

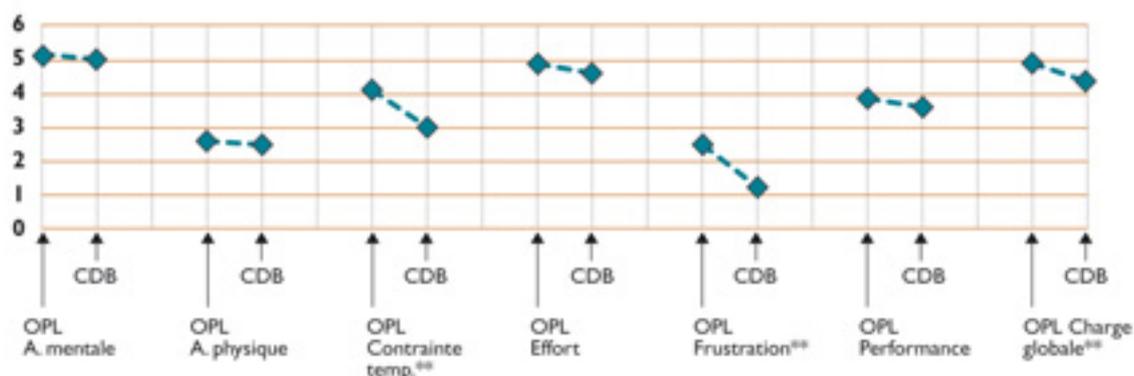
Parmi les autres facteurs à l'origine d'un ressenti différent entre les deux pilotes, l'effet de la contrainte temporelle est plus marqué chez l'OPL que chez le CDB (figure 8). Dans la répartition des tâches entre ces derniers, celles réalisées par l'OPL sont souvent les plus techniques et de fait plus sensibles à la contrainte de temps (programmation du vol, visite pré-vol, etc.). D'une façon générale, l'activité du pilote est perçue essentiellement comme mentale avec peu d'activité physique (travail assis avec peu de mouvement). L'enregistrement de la fréquence cardiaque des pilotes au cours des phases de vol (figure 9) ne confirme qu'en partie cette impression. Le coût cardiaque (17) évolue régulièrement et passe de 4,5 bat/min au cours de la préparation du vol à 20 bat/min à l'arrivée. Cette phase qui comprend l'approche, l'atterrissage et le roulage, correspond bien au moment le plus chargeant du vol aussi bien sur le plan mental que physique.

### Effets de la fatigue sur les capacités cognitives des pilotes

Au cours des entretiens préalables, les remarques des PNT concernant les effets de la fatigue sur la qualité du traitement de l'information tout au long d'une rotation, ont conduit à mettre en place une batterie de tests sur ordinateur pour vérifier s'il était possible de confirmer ces remarques [19]. Ces tests ont été passés avant et après la journée de travail. Ces mesures ont été

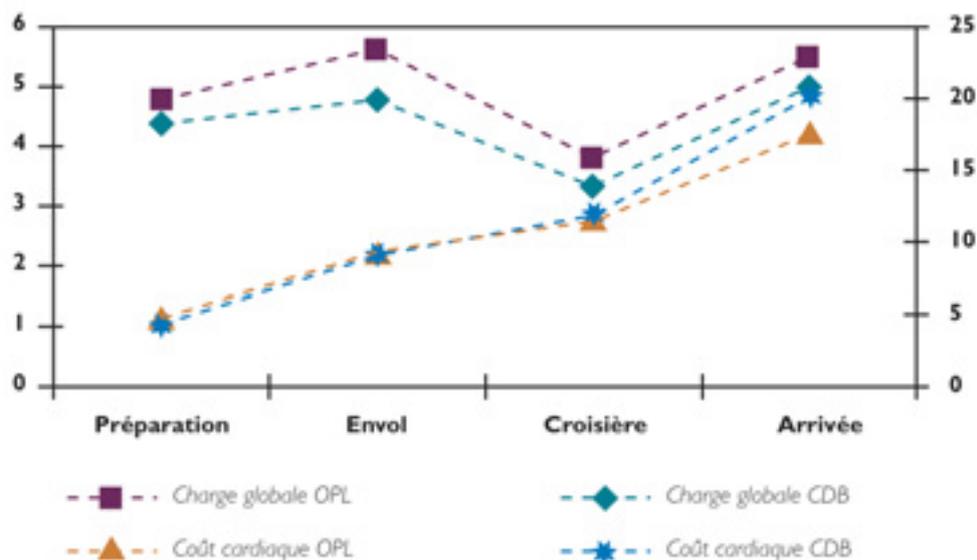
(17) Le coût cardiaque exprime le travail supplémentaire que doit effectuer le cœur au cours d'un exercice. Il est obtenu en soustrayant de la fréquence cardiaque de travail, la fréquence de repos.

Fig. 8 : Évaluation subjective des composantes de la charge mentale de la NASA-TLX par les pilotes (\*\* différence significative à  $p < 0,01$ ).



\*\* Différence significative à  $p < 0,01$

Fig. 9 : Charge globale ressentie et coût cardiaque (C.C) des pilotes selon les phases de vol.



croisées avec les observations chronologiques de l'activité et les évaluations subjectives de la charge de travail. Le travail cognitif requis dans les tâches de pilotage est particulièrement dépendant de la capacité des individus à orienter leur attention vers des sources d'information multiples tout en résistant aux perturbations de l'environnement. S'il est important que les pilotes puissent maintenir aussi longtemps que la tâche l'exige, ces informations et schémas d'action en mémoire, ils doivent également pouvoir inhiber certains schémas stéréotypés et automatisés, lorsque la situation ne se prête plus à l'utilisation de ces « routines cognitives ». C'est sur la base de ce raisonnement qu'un dispositif a été mis au point pour tester les dimensions :

- du temps de perception-réaction ;
- de l'attention sélective ;
- de la résistance à la distraction-flexibilité ;
- de l'inhibition des automatismes ;
- de la mémoire de travail.

Les performances cognitives des PNT aux différents tests en début et fin de journée de chaque rotation de 3 jours ont été analysées en tenant compte des facteurs suivants : nombre de jours de vols, vols du matin et de l'après midi et fonction occupée [20].

Seuls les moments des vols dans la journée (matin ou après midi) ont un effet statistiquement significatif sur la performance réalisée aux tests. La tendance générale indique une détérioration des performances entre le début et la fin de service pour le personnel travaillant l'après midi alors que ce phénomène s'inverse pour les vols du matin.

Les rythmes chrono-bio-psychologiques semblent à l'origine de ces différences. Tôt le matin, les capacités de mobilisation du système de traitement de l'informa-

tion sont encore limitées ; elles le sont aussi tard le soir, au moment où le personnel de l'après midi termine son service. Elles sont en revanche proches de l'optimum en milieu de journée, lorsque l'équipe du matin termine son service et lorsque celle de l'après midi débute.

Les résultats au test de perception semblent cependant montrer que le temps de réaction global est susceptible d'être ralenti par la fatigue liée au nombre de jours successifs de vol, essentiellement au moment de la prise d'information, le temps de mouvement n'étant, par ailleurs, pas influencé.

L'absence d'effet significatif du jour de vol sur la fatigue, sauf pour le temps de perception, est liée à plusieurs raisons :

- le faible nombre de pilotes (10 personnes) ;
- le phénomène d'apprentissage des tests, dû aux passations successives, non contrebalancé par la période d'entraînement réalisée avant les vols ;
- l'organisation du planning des vols. Le nombre de jours de vols successifs était de 3, alors qu'il peut monter à 7 (situation non présente dans l'entreprise étudiée, le nombre de jours successifs se limitant le plus souvent à 5) ;
- la qualité de sommeil du personnel avant et pendant les rotations. Les équipages étaient tous en repos la veille.

Le temps de repos accordé entre chaque journée était supérieur à 12 heures et la qualité du sommeil (durée entre 6 et 8 h) a été jugée moyenne par les pilotes.

Par ailleurs, les évaluations subjectives faites par le personnel sur leur état de fatigue [21], en début et en fin de service, corroborent parfaitement les résultats obtenus aux tests. L'ANOVA réalisée sur ces données (un test statistique permettant de comparer les

moyennes de deux populations) montre que le type d'avion, le moment de la journée et la saison ont une influence significative sur les réponses ( $F_{(6, 24)} = 4,08$  ;  $p < 0,001$ ). En outre, la procédure de comparaison multiple des moyennes permet de préciser les différences entre les modalités des différents facteurs :

► **type d'avion** : Ce facteur semble aussi avoir une influence sur la fatigue des pilotes ( $F_{(2, 24)} = 3,07$  ;  $p < 0,06$ ), l'A321 est considéré comme moins fatigant que l'A320. Néanmoins, cet avis n'a pas été confirmé par l'analyse de la charge de travail des pilotes, qui considèrent, à l'opposé, que la conduite de l'A321 est à l'origine d'une activité physique, d'une contrainte temporelle et d'une frustration plus importante que celle des autres avions ;

► **moment de la journée** : La comparaison - vols du matin/vols de l'après midi - montre que les vols de l'après midi sont considérés par les pilotes comme plus fatigants (moyenne = 3,74) que ceux du matin (moyenne = 0,93), même si parfois le réveil est un peu difficile, selon que l'on est « du matin ou du soir » ;

► **saison hiver-été** : La comparaison des modalités de ce facteur fait apparaître une différence entre la période d'été (moyenne = 3,3) et la période d'hiver (moyenne = 1,4) : le sentiment de fatigue serait plus important en été qu'en hiver.

#### ACTIVITÉ ET CHARGE DE TRAVAIL DU PERSONNEL DE CABINE (PNC)

### Tâches du PNC et phases de vol

La mission du personnel navigant de cabine se déroule dans un cadre réglementaire et fonctionnel très précis (18) dont l'objectif est la sécurité du transport aérien. Le cadre fonctionnel précise tout particulièrement le contenu de la mission du PNC. Cette mission se décline en trois tâches principales : une tâche de sûreté, une tâche de sécurité et une tâche de service commercial :

► la tâche de sûreté consiste à protéger le système avion-passager ; cela se traduit pour le PNC par des vérifications destinées à fiabiliser la cabine (tâches d'inspection de la cabine et de surveillance des passagers) ;

► la tâche de sécurité consiste à vérifier le matériel et les équipements à bord (présence, état, arrimage, nombre, fonctionnement), à vérifier l'application des consignes de sécurité et à faire les démonstrations de celles-ci en coopération avec le personnel technique. En outre, le PNC a une formation de secouriste, laquelle lui permet d'intervenir en cas d'incident (certificat de sauveteur-secouriste, spécifique à la France) ;

► une tâche de service commercial auprès des passagers, partie la plus visible du travail du PNC (accueil et installation des passagers, préparation et distribution

des prestations, assistance...). Au cours de la réalisation de cette tâche, le personnel peut être amené à gérer les émotions des passagers, aspect du travail non intégré à la définition du poste [22].

Ces tâches sont réparties entre les membres de l'équipage PNC et réalisées sous la responsabilité d'un chef de cabine (CC), en fonction de leur qualification (licences d'exploitation et langues étrangères parlées). Des spécificités sont prévues dans les procédures selon le type de vol (France ou Europe), sa durée, le moment du départ du vol et les événements survenus. Ainsi, le PNC affecté au poste « P1 » a en charge la sécurité des passagers installés à l'avant de la cabine et il en assure le service commercial ; le PNC « P2 » accueille les passagers au niveau de la cabine arrière, fait les annonces en cours de vol (accueil, description orale des démonstrations de sécurité, rappel des consignes) ; le « P3 » installe, si besoin, des rideaux mobiles en cabine (séparation des classes), accueille, compte les passagers et fait les démonstrations de sécurité. Il se tient au milieu ou à l'arrière de la cabine selon le type d'avion. Compte tenu des possibilités d'observation dans les cabines, seule l'activité des « P2 » et « P3 » a été analysée. Le déroulement de ces tâches est synchronisé sur la succession des séquences de vol : préparation du vol avec les PNT, montée à bord, vérification de la cabine, embarquement des passagers. Mais l'analyse de l'activité du personnel de cabine montre qu'il est amené à débiter le service de repas ou de collation aux passagers au cours de la phase d'envol et à le terminer pendant la phase dite « d'arrivée » ou de descente de l'avion (figure 10). En effet, le CDB autorise le personnel de cabine à se détacher pour accomplir son service, à partir du moment où les volets hypersustentateurs (19) de l'avion sont rentrés, soit peu de temps après le décollage (environ 9 min) en sachant qu'il faut environ 20 min pour atteindre la phase de croisière ; il se sangle à nouveau 14 min environ avant l'atterrissage. Les PNC sont ainsi amenés à manipuler les trolleys en phase de montée et de descente, ce qui augmente l'effort musculaire et l'exposition aux risques d'accident (cf. « Accidentabilité du personnel navigant », p. 322).

### Activité, coût cardiaque et évaluation subjective de la charge de travail

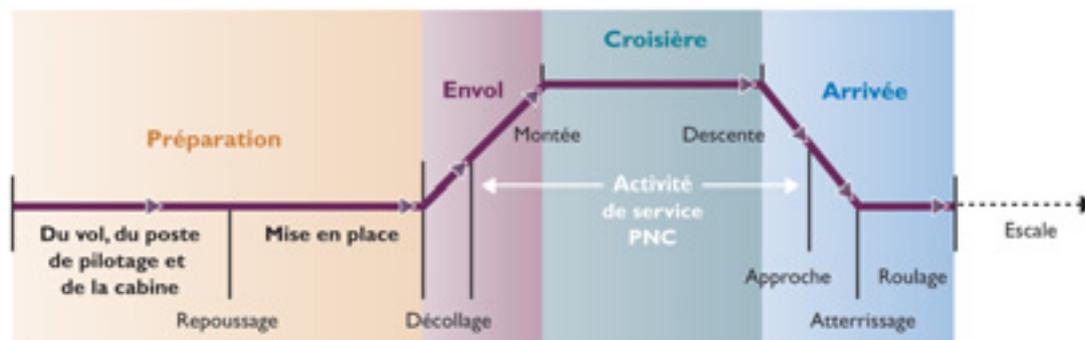
Pour observer l'activité des PNC, une catégorisation en trois classes a été réalisée : gestion sûreté/sécurité-avion/passagers (GSAP), préparation et service commercial (PSC) et activités inter-tâches (AIT) qui regroupent les temps de repos et de repas (tableau 4).

Les résultats obtenus montrent l'importance de la mission sécurité dans le travail du PNC (GSAP), que l'on soit P2 ou P3 (38 et 40 % du temps d'observation

(18) Ce cadre légal est de dimensions internationale, européenne et française (code de l'aviation civile, 1984 et 1987).

(19) Ces volets permettent d'augmenter la surface de portance de l'avion à faible vitesse.

Fig. 10 : Les séquences de vol et la mission d'un PNC.



réalisée à bord de l'avion). Ces pourcentages contredisent la représentation habituelle de ce métier où l'hôtesse et le steward assurent essentiellement une activité de service. Cette activité exige une connaissance et une vigilance de tout instant en ce qui concerne la sécurité du système et semble, en partie, sous estimée par l'entreprise et autres personnels : en effet, l'analyse des situations à problèmes relevées dans les questionnaires fait apparaître que 27 % des PNC interrogés estiment que « les autres ne se rendent pas compte de ce que je fais réellement ».

L'activité des PNC génère une astreinte physique non négligeable pour ces derniers. Le coût cardiaque moyen se situe aux environs de 17,5 bat. min<sup>-1</sup> en sachant qu'un coût cardiaque de 30 bat.min<sup>-1</sup> sur une journée de travail est considéré comme une valeur limite à ne pas atteindre [23]. Ces valeurs corroborent les évaluations subjectives de la charge de travail qui indiquent des valeurs comprises entre 4 et 6 (échelle linéaire de 0 – pas ou peu de charge - à 10 - charge élevée). L'analyse statistique du coût cardiaque et de la charge subjective (NASA-TLX) met en évidence des effets significatifs :

- du type de courrier : le niveau de charge est plus élevé sur court courrier que sur moyen courrier. Les différences de charge constatées sont à mettre en relation avec les caractéristiques des vols court courrier : plusieurs vols dans la journée, en majorité sur des A319 <sup>(20)</sup> avec un taux de remplissage > à 60 % et un PNC en moins ;

- des phases de séquences de vol et services de vol : les phases de préparation et de service commercial semblent avoir un impact plus élevé sur le coût cardiaque

que celles de décollage et d'arrivée (19,5 et 19,9 bat.min<sup>-1</sup> contre 17,2 et 15,9 bat.min<sup>-1</sup>). Ce résultat s'explique par le fait que le personnel est assis pour des raisons de sécurité pendant le décollage et l'arrivée. Mais, si l'activité physique est faible pendant ses séquences, l'activité mentale est plus forte. Cette phase nécessite, en effet, une surveillance active de la sécurité des passagers pour réagir au plus vite en cas d'incident.

Il en est de même pour la préparation du vol qui nécessite un investissement mental plus important (5,3/10), lié aux tâches réalisées à ce moment là, sous forte contrainte temporelle ;

- du poste occupé dans l'avion : le coût cardiaque pour le poste P3 <sup>(21)</sup> apparaît plus élevé que celui pour le poste P2 (20,1 bat.min<sup>-1</sup> contre 17 bat.min<sup>-1</sup>). Cette différence significative est à mettre en relation avec l'activité réalisée par le « P3 », dont la mission commerciale implique des déplacements plus fréquents : la distance moyenne parcourue par vol est de 0,53 Km pour un « P2 » et de 1,04 km pour un « P3 » ;

- du type d'avion : ce facteur ne semble pas influencer de façon significative le coût cardiaque ni la charge de travail ressentie des PNC sauf en ce qui concerne l'activité mentale sur A321. Cet avion a une capacité en passagers plus grande (185 à 220 passagers) que celle de l'A319 (107 à 129 passagers) et de l'A320 (150 à 180 passagers), ce qui pourrait expliquer ce ressenti.

Par ailleurs le taux de remplissage a un effet sur l'activité des PNC. Le **tableau V** montre un accroissement du temps consacré aux passagers en situation de remplissage élevé (> 60 %), alors que celui consacré à la gestion de la sécurité ne bouge pratiquement pas. Le

(20) Les vols réalisés sur A320 et A321 comportaient 1 PNC supplémentaire

(21) Les postes P2 et P3 ont la même appellation sur A319 et A320, mais s'appellent respectivement P3 et P4 sur A321.

#### Répartition en % de la durée des principales tâches observées selon le poste occupé.

(T = durée des observations sur 5 rotations)

Tâches des PNC P2 et P3	P2 (T = 70h)	P3 (T = 6h)
Gestion Sécurité/Sécurité/Avion/Passagers (GSAP)	40%	38%
Préparation et Service Commercial (PSC)	51%	52%
Activités Inter-Tâches (AIT)	9%	10%

TABLEAU IV



Documents pour le Médecin du Travail  
N° 111  
3<sup>e</sup> trimestre 2007

**TABLEAU V**

**Répartition en % de la durée des principales activités observées en fonction du remplissage de l'avion et du poste occupé.** (T = durée des observations sur 5 rotations)

Activité observée	Taux de remplissage < 60%		Taux de remplissage > 60%	
	P2 (T = 30h)	P3 (T = 33h)	P2 (T = 40h)	P3 (T = 43h)
Gestion Sûreté/Sécurité/Avion/Passagers (GSAP)	41 %	37 %	38 %	39 %
Préparation et Service Commercial (PSC)	48 %	49 %	53 %	54 %
Activités Inter-Tâches (AIT)	11 %	14 %	9 %	7 %

personnel régule son temps d'activité commerciale en prenant sur son temps de repos (diminution des temps de la catégorie Activités Inter-Tâches de 11 % et 14 % à 9 % et 7 %).

En outre, le coût cardiaque du personnel augmente lorsque le taux de remplissage est supérieur à 60 % surtout celui de la personne affectée au poste « P3 », malgré la mise en place d'une stratégie d'entraide informelle entre les PNC pour l'aider. Le personnel est également amené à faire des choix qui ne lui permettent plus de s'occuper des passagers comme il le désirerait. Cette diminution de performance a pour conséquence d'engendrer chez le personnel un sentiment de frustration.

#### ABSENTÉISME, ACCIDENTABILITÉ ET STRESS DES PN

Certains événements, comme l'absentéisme [24] ou l'accident de travail, sont des indicateurs d'alerte qui traduisent les dysfonctionnements du « système avion ». Le recueil et l'analyse de ces indicateurs permettent de comprendre et d'évaluer les conséquences de ces situations sur le fonctionnement du système, la charge de travail et la santé du personnel navigant.

#### Absentéisme des PN

L'analyse des données (22) sur trois années (**tableau VI**) montre que le personnel travaillant en court courrier s'absente plus souvent que celui travaillant en moyen courrier (1,5 fois plus). L'absentéisme est également différent selon le métier : les PNC s'absentent plus souvent que les PNT, quel que soit le type de courrier. On remarquera cependant, que la moyenne d'âge n'est pas identique pour les PN sur court et moyen courriers (**tableau VII**), les PN sur court courrier sont plus âgés que sur moyen courrier. Ce constat est à mettre en relation avec l'histoire de l'entreprise (fusion de deux sociétés, dont l'une spécialisée dans les vols court courrier avait un personnel plus âgé), une tendance à la sédentarisation avec l'âge et le fait qu'en vieillissant on s'absente un peu plus souvent pour raisons de santé.

Trois questions de l'enquête portant sur l'absentéisme perçu fournissent des données qui confortent

les éléments présentés ci-dessus. À savoir :

- absence ou non au cours des derniers 6 mois pour raisons de santé ;
- si oui, préciser la durée de leur (s) absence (s) ;
- et éventuellement le nombre de consultations de son médecin.

Plus de la moitié des PNC (58 %) déclare s'être absentes pour raisons de santé au cours des derniers mois contre 38 % pour les PNT. Ces absences plus fréquentes sont aussi plus longues, puisqu'un PNC sur deux s'absente plus de trois jours, pour seulement un PNT sur cinq. La fréquence de consultation d'un médecin est également plus élevée : 56 % des PNC ont consulté un médecin entre une et trois fois, contre 46 % pour les PNT.

L'existence éventuelle d'une relation entre l'absentéisme et le sexe a été vérifiée sur le plan statistique : le personnel de cabine féminin n'est pas plus souvent ou plus longtemps absent que le personnel de cabine masculin. Les exigences du métier de PNC d'une part, la sélection rigoureuse et le suivi médical régulier des PNT d'autre part, semblent être à l'origine des différences d'absentéisme entre ces deux populations.

#### Accidentabilité du personnel navigant

L'analyse de l'accidentabilité des PN a été réalisée à partir des déclarations initiales des accidents de l'année 2003, le bilan social de l'entreprise et des rapports techniques émanant des services de médecine du travail et de sécurité. L'analyse des indicateurs statistiques, indice de fréquence (23) (If) et taux de gravité (24) (Tg) issus du bilan social 2001 de l'entreprise, met en évidence une plus forte accidentabilité des PNC par rapport aux PNT (**tableau VIII**), en particulier sur les courts courriers (CC).

Pour connaître l'origine de ces accidents, une analyse factorielle des correspondances a été réalisée sur 932 déclarations initiales d'accidents de service (PNC et PNT court et moyen courriers) ayant donné lieu à incapacité temporaire ou permanente en 2003. Ces accidents ont été analysés selon cinq facteurs : l'âge, le sexe, les phases de vol, la fonction et l'origine de l'accident. Cette analyse factorielle confirme la faible accidentabilité des PNT au regard du bilan social de 2001.

(22) Rapport du nombre d'heures d'absences sur le nombre d'heures théoriques travaillées. Heures théoriques travaillées = heures travaillées + heures absences (non compris les congés). Seules les absences liées à la maladie et aux accidents du travail, selon la nature du courrier (court et moyen) et la fonction exercée, ont été retenues.

(23) Indice de fréquence (If) = Nombre d'accidents x 1000 / Nombre de salariés.

(24) Taux de gravité (Tg) = Nombre de journées perdues x 1000 / Nombre d'heures travaillées.

**Comparaison des taux d'absentéisme (maladie et accident) en court et moyen courriers pour les PNT et PNC.**

**TABLEAU VI**

Taux d'absentéisme en %	Court Courrier			Moyen Courrier		
	PNT	PNC	PN	PNT	PNC	PN
Taux 2000	4,9	8,8	7,7	2	5,6	4,6
Taux 2001	4,5	8,6	7,6	1,6	6,5	5,1
Taux 2002	5,7	8,9	8	1,2	6,5	5

Source : Données entreprise.

La population PNC accidentée est à dominante féminine, plutôt jeune (33,5 ans) avec cependant une différence d'âge entre les PNC moyen et court courriers (31 ans et 38 ans).

La majorité de ces accidents se passe à bord de l'avion et en particulier au moment de la descente où la variation de pression est à l'origine de 60 % des accidents déclarés (otites barotraumatiques). Un certain nombre d'accidents (18 %) ont pour origine les déplacements au sol, les accès à l'avion (passerelle), la manipulation des bagages passagers, la conduite de l'avion au sol (freinage brusque) et les exercices réalisés au cours des stages de sécurité. Les personnes dont l'âge est compris entre 43 et 54 ans sont les plus concernées. L'analyse met également en évidence comme causes d'accident, la manipulation du matériel hôtelier, les turbulences ou l'exiguïté de l'environnement de travail pendant la phase de croisière (12 %). Un certain nombre d'accidents se produisent pendant la montée de l'avion et concernent surtout les PNC court courrier. En fonction de la durée des vols, des moments de la journée et du taux de remplissage, ces derniers, dans la crainte de ne pas pouvoir assurer correctement leur service, se détachent avant la fin de la phase de montée sans attendre que l'avion soit stabilisé. Parmi les accidents qui sont à l'origine de la pathologie rachidienne, la manipulation des chariots hôteliers dans des espaces exigus est souvent évoquée (*photo page suivante*). Le chargement de ces derniers, l'état des roulettes et du sol ainsi que les conditions d'utilisation (en montée par exemple) sont des facteurs qui peuvent contribuer à l'origine des problèmes rencontrés (*annexe 4*).

### Stress du personnel navigant

L'enquête par questionnaires a permis d'évaluer le niveau de stress des PN et de donner une vision synthétique des conditions de travail vécues par le personnel. Le niveau de stress a été évalué par le questionnaire MSP [9]. Défini comme « la réponse d'un salarié devant les exigences d'une situation pour lesquelles il doute de disposer des ressources nécessaires et auxquelles il estime devoir faire face » [8], l'état de stress est en rapport avec le sentiment de maîtrise (ou de contrôle) que le tra-

**Moyenne d'âge des PN selon le type de courrier.**

**TABLEAU VII**

Moyenne d'âge	Court courrier	Moyen courrier
PNT	43 ans	39 ans
PNC	38 ans	31 ans

Source : Données entreprise.

**Comparaison de l'accidentabilité des navigants.**

*(Bilan social 2001)*

**TABLEAU VIII**

Indicateurs statistiques	PNT	PNC	Total
des accidents avec arrêt	N = 4056	N = 13201	N = 17257
<b>SOCIÉTÉ ÉTUDIÉE</b>			
Indice de Fréquence (If)	19	106	86
Indice de Gravité (Tg)	0,5	2,7	2,2

vailleur pense avoir sur ses conditions de travail. L'identification des conditions de travail pouvant être à l'origine de stress a été faite à l'aide du questionnaire WOCCQ. Cette identification permet le repérage de salariés en difficulté (soumis à un niveau de stress élevé ou à un niveau de contrôle faible sur différents aspects de leur situation de travail). Son intérêt est donc d'orienter sur le travail, ses conditions de réalisation et sur les actions à mettre en place dans un plan de prévention collectif pour l'entreprise. Un niveau de stress élevé peut s'expliquer par un niveau de contrôle faible sur certains aspects et des actions de remédiation seront alors développées. En revanche, certains groupes peuvent déclarer un niveau de stress faible associé à un niveau de contrôle faible, situation qui peut provoquer à plus ou moins long terme du stress chez les salariés : les actions prises seront alors des actions de prévention.

### Lecture des scores

Les résultats obtenus par les répondants aux questionnaires se présentent sous forme de note, encore appelée « score ». Ce terme sera utilisé pour la présentation des résultats. En outre, les scores de stress et de contrôle sont standardisés pour faciliter leur lecture et leur interprétation. Ils ont pour principale propriété d'avoir une moyenne de référence égale à 50. Les scores sont alors comparés à ceux obtenus par des populations ayant des activités semblables. Les scores de stress et de contrôle se lisent de manière inverse : un



Parmi les accidents qui sont à l'origine de la pathologie rachidienne, la manipulation des chariots hôteliers dans des espaces exigus est souvent évoquée.

© MARIO FOURMY/RÉA

score de stress faible doit être lu de manière positive, un score de contrôle faible doit être lu comme négatif (**tableau IX**). Le niveau de stress (tout personnel technique et de cabine) s'élève à 50,2. Il s'agit d'un score moyen (sur une échelle de 0 à 100), voire légèrement inférieur, à celui estimé sur d'autres populations françaises (enquêtes INRS, 2001, 2002) <sup>(25)</sup>. L'analyse par métier (PNT et PNC) montre que le personnel technique a un niveau de stress plus faible (45) que celui du personnel de cabine (51) (différence significative :  $F_{(1,407)} = 37,20$  ;  $P < 0.001$ ).

La répartition des scores de stress du personnel navigant en 3 groupes de niveau (faible, moyen et élevé) montre deux populations très différentes sur le plan du stress dans les groupes extrêmes (faible et élevé) (**figure 11**). La majorité des personnels PNT et PNC (68 % et 64 % respectivement) a un stress moyen. Mais, on constate que la catégorie « stress élevé » re-

### Conditions de travail et scores de contrôle

Les scores de contrôle présentés dans le **tableau X** concernant les ressources, la gestion de la tâche et l'avenir sont des scores moyens qui restent dans la fourchette d'un contrôle normal. En revanche, les scores obtenus sur trois dimensions indiquent une moins bonne maîtrise sur la planification du travail, la gestion du temps et sur les risques. D'une manière générale, on n'observe pas de différence dans l'appréciation du contrôle sur la majorité des dimensions entre PNT et PNC, sauf en ce qui concerne la gestion des tâches et l'avenir.

**Contrôle sur les ressources (score : 54), la gestion des tâches (score : 53) et l'avenir (score : 52)**

Les ressources mises à la disposition des PN pour réaliser le travail (aide des collègues et de la hiérarchie, participation aux décisions...), les aspects relatifs à la gestion des tâches (conflits de rôle, absence de clarté dans les tâches, conflits interpersonnels) et les perspectives d'avenir sont jugés globalement satisfaisants, tant par les PNT que par les PNC.

**Contrôle sur la planification du travail (score : 47)**

La grande majorité des navigants a un travail, avec des procédures très strictes à respecter, qui nécessite une coordination importante. Ces exigences permettent à un équipage qui, la plupart du temps, se rencontre pour la première fois 1 h 30 avant le décollage, de former immédiatement une équipe opérationnelle. La possibilité de prendre des jours de congés semble liée aussi plus souvent aux besoins de l'organisation qu'aux besoins de la vie privée, surtout pour les PNC.

(25) Ces enquêtes de l'INRS ont fait l'objet de rapports écrits remis aux entreprises concernées et non publiés.

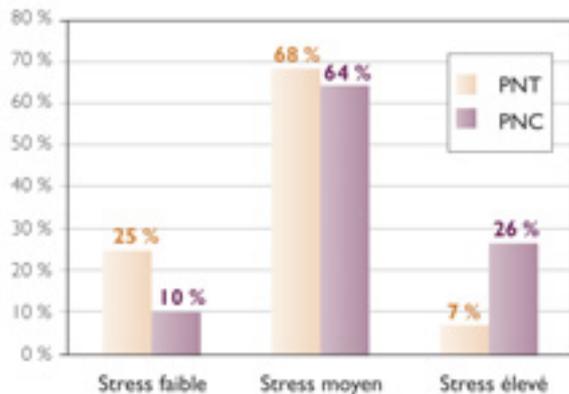
TABLEAU IX

#### Lecture des scores de stress et de contrôle

Score	Stress	Contrôle
Moins de 40	Faible (= positif)	Faible (= négatif)
Entre 40 et 60	Moyen	Moyen
Plus de 60	Élevé (= négatif)	Élevé (= positif)

groupe surtout des PNC (26 %) et la catégorie « stress faible » 25 % des PNT et 10 % des PNC. Une partie du personnel de cabine semble donc rencontrer des situations à fort potentiel de stress, ce qui n'est pas le cas pour le personnel technique. La comparaison de ce niveau d'astreinte à l'absentéisme déclaré permet d'en apprécier les éventuels effets sur l'état de santé du personnel navigant.

Fig. 11 : Comparaison des scores de stress des personnels techniques et de cabine.



### Contrôle sur la gestion du temps (score : 42)

Le travail est qualifié d'intense par les navigants : à la fois par le rythme de travail rapide et imposé que par le fait de devoir réaliser plusieurs tâches en même temps et de la quasi impossibilité de prendre une pause... Pour presque un quart des PNC (23 %), la surcharge de travail gêne la qualité de leur travail.

### Contrôle sur les risques (score : 40)

Cette dimension interroge sur les risques perçus en rapport avec le métier (risque d'agression, risque lié au niveau de responsabilité, risque d'accidents...) et sur les risques encourus en lien avec l'environnement physique de travail. Les résultats montrent que les PN ont le sentiment d'avoir un faible contrôle sur les risques auxquels ils peuvent être exposés.

Risques liés au métier : pour les PNC, les risques d'agressions de la part de passagers notamment (pour 39 % d'entre eux) et les risques d'accidents du travail (pour 86 %) et pour les PNT, les conséquences d'une erreur commise dans l'exercice de leur fonction.

Risques liés à l'environnement physique : le niveau de bruit est jugé trop élevé par 77 % des PNT et 56 % des PNC et le personnel est unanime à se plaindre de la sécheresse de l'air dans l'avion. Plus d'un tiers des PNC subit des températures extrêmes (à chaque escale, été comme hiver, l'ouverture des portes de l'avion fait varier rapidement la température de la cabine) et 71 % déclare être exposé à des radiations dangereuses pour leur santé. L'exposition des navigants à des rayonnements ionisants a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques mais les résultats sont très hétérogènes quant à leurs effets sur les personnes. L'ensemble de ces éléments corrobore les mesures faites au cours des vols.

### Niveaux de contrôle sur les conditions de travail.

Dimensions	Score global	PNT	PNC
Ressources	54		
Gestion de la tâche	53*	54	52
Avenir	52**	56	51
Planification du travail	47	-	-
Gestion du temps	42	-	-
Risques	40	-	-

\* La différence est significative entre PNT et PNC :  $F_{(1,407)} = 4,059, p < 0,05$

\*\* La différence est significative entre PNT et PNC :  $F_{(1,407)} = 17,224, p < 0,001$

### Principales situations à problèmes

Le recueil des situations à problèmes permet de vérifier et de contextualiser les informations précédentes au milieu de travail étudié. Ce recueil oriente les priorités pour améliorer les conditions de travail identifiées comme des sources de contraintes importantes pour le personnel navigant. Trois grandes catégories ont été identifiées : conditions de réalisation du travail, relations de travail et gestion du travail (26). Les deux premières catégories sont celles qui regroupent plus des 2/3 des situations à problèmes pour le personnel navigant.

#### Conditions de réalisation du travail (39 % des situations évoquées)

Le personnel navigant évoque principalement tout ce qui est lié à la charge de travail (pression temporelle et respect des horaires, coopération avec les services au sol, réalisation de tâches simultanément pour gagner du temps), aux difficultés liées à l'environnement physique (problèmes de parkings pour les voitures dans les aéroports servant de base, niveau sonore élevé, ventilation, manque d'espace), à l'environnement technique (pannes dans les avions, manque de personnel au sol, chargement hôtelier insuffisant, matériel hôtelier souvent défectueux...) et aux risques pour la santé (sensation de jambes lourdes, otites barotromatiques, sécheresse de la peau, fatigue physique et nerveuse) liés à la fréquence des décollages et atterrissages.

#### Relations de travail (37 % des situations évoquées)

Cette catégorie regroupe les difficultés relationnelles rencontrées au sein de l'entreprise et pendant les vols. D'une manière générale, les PN font état d'une absence de considération et d'un manque de reconnaissance de la part de la hiérarchie. Au cours des vols, des divergences et des incompatibilités entre les PNT peuvent surgir et avoir de graves conséquences sur la sécurité du système ; les PNC évoquent les relations « délicates » avec certains passagers (parfois irascibles, mécontents, agressifs) ainsi qu'avec le personnel au sol.

TABLEAU X

(26) Ces catégories ont été utilisées pour l'analyse des événements non prévus dans le déroulement du travail et les facteurs potentiels de charge de travail pour le personnel navigant (cf. p. 320)

(27) espace de stockage et de préparation de l'ensemble des prestations.

### Organisation du travail (24 %)

Sources de fatigue et d'énerverment, les aspects liés à l'organisation du travail sont aussi appelés les « irritants de la vie quotidienne ». Ils concernent principalement la succession des levers tôt, l'intensité de certaines rotations, les changements quotidiens d'avion ou d'équipages, non respect des règles de métier par les uns et les autres, difficultés de communication avec l'entreprise et parfois faire face à des injonctions paradoxales, source d'interrogation sur les choix à faire et les conduites à tenir.

## Synthèse et discussion

### SYNTHÈSE

La demande concernait principalement l'étude des relations entre les exigences du travail et les effets sur la charge (tant physique que mentale et émotionnelle) des navigants. Pour répondre aux préoccupations soulevées par les demandeurs, le choix a été fait de s'intéresser aux vols court et moyen courriers et de considérer l'avion comme un système socio-technique (avion et personnel dans son environnement de travail).

La démarche méthodologique a reposé sur une approche ergonomique et psychosociale. La première a permis d'analyser l'activité de travail des navigants dans leur environnement physique au cours de cinq rotations et la seconde a évalué le niveau de stress et a recherché ses déterminants auprès d'un échantillon plus nombreux de navigants.

Les résultats s'articulent autour de trois axes : l'environnement physique, la charge de travail et le stress du personnel.

#### *Les ambiances physiques et les espaces de travail concernent :*

- les mesures réalisées et l'avis des navigants montrent que le niveau sonore portera atteinte à l'acuité auditive de certains navigants ; il est aussi à l'origine d'une gêne dans la réalisation du travail (difficultés dans les communications avec des risques d'erreur) et peut contribuer au sentiment de fatigue ;
- le bas degré d'hygrométrie enregistré dans les avions provoque une sécheresse de l'organisme en particulier de la peau et du système bucco-pharyngé (risque accentué d'otites barotraumatiques). Il exige de la part des navigants de boire souvent et régulièrement tout au long de la journée de travail pour contrer ces effets. En revanche, la température relevée est dans l'ensemble d'un niveau satisfaisant.

- la manipulation du matériel hôtelier et son rangement dans le galley (27) sont à l'origine de postures à risque et de pathologies rachidiennes nombreuses pour le PNC. Il en est de même pour les pilotes en ce qui concerne l'accès à la documentation de bord placée à l'arrière du siège du copilote ;
- les conditions d'hygiène liées à l'environnement de travail ne sont pas toujours satisfaisantes : poussière dans le cockpit, localisation du galley par rapport à la circulation des passagers dans certains Airbus (emplacement des toilettes), etc.

#### *La charge de travail et la fatigue des PN :*

- les multiples contraintes dans l'organisation des vols sont sources de retards et d'une forte pression temporelle sur les navigants ;
- la difficulté de réguler ces retards au moment des escales a des conséquences sur la charge de travail et la fatigue du personnel ;
- l'impact d'autres caractéristiques organisationnelles sur la performance du personnel technique (vol du matin/de l'après-midi, nombre de jours de vol successifs, saison, taux de remplissage et type d'avion) a été étudié. Il a été constaté que la performance cognitive des PNT était moins bonne après des vols de l'après-midi qu'après des vols du matin. Aucun autre effet significatif n'a été constaté, en particulier celui des jours de vol successifs ;
- il n'a été ni observé, ni mesuré de surcharge de travail chronique (fréquence cardiaque et auto évaluation) ; des périodes de surcharge spécifiques sont apparues au cours de certaines phases de vol, pour les PNT et les PNC ;
- l'activité de coopération et de contrôle réciproque du CDB et de l'OPL favorise la régulation de leur charge de travail et assure la sécurité du système ;
- un niveau de charge de travail physique relativement élevé a été mesuré sur le personnel de cabine occupant le poste P3 sur A320 ;
- en ce qui concerne l'activité de sécurité des PNC, plus d'un tiers du temps de leur activité de travail (39 %) est consacré à la sécurité de l'avion et à celle des passagers. Cette part n'est pas réductible : lorsque le nombre de passagers augmente, la régulation de la charge se fait au détriment du temps de repos ou de celui consacré aux passagers. Cet aspect est sans doute en lien avec le niveau de frustration ressenti par le personnel qui ne parvient plus à se consacrer à la partie relationnelle de son métier. D'autant que l'activité liée à la sécurité exige une formation spécifique selon le type d'avion.

#### *Le stress et le contrôle sur les conditions de travail :*

- l'évaluation du niveau de stress montre qu'un quart du personnel de cabine vit une situation de stress élevé ;

- d'une manière plus générale, le niveau de contrôle du personnel est à la limite de la moyenne en ce qui concerne les risques et la gestion du temps ; des difficultés sont également rencontrées dans la planification du travail ;
- le niveau de contrôle sur les autres facettes du travail est plus satisfaisant.

## DISCUSSION

La mesure des effets des situations de travail sur les navigants exigeait que certaines variables soient stabilisées. Ainsi, les réglementations régissant les conditions de travail des PNT et celles des PNC sont-elles différentes et il est courant qu'en cours de journée, il y ait des changements de personnes au sein de l'équipage. L'élaboration du protocole de mesures a donc nécessité que le même équipage soit maintenu pendant une rotation de trois jours pour être observé. Mais cette stabilité de l'équipage, inhabituelle sur une telle durée, est susceptible d'avoir modifié l'environnement psychosocial et organisationnel et d'avoir un impact positif sur la charge de travail (physiologique, mentale, émotionnelle) et la fatigue de l'équipage.

Dans l'ensemble, les résultats de la présente étude sont confirmés par d'autres recherches sur le même type de courrier [2, 10] et uniquement sur la charge de travail des pilotes ; dans ce cadre, les auteurs [2] décrivent des situations où l'astreinte des pilotes apparaît plus aiguë. Ces auteurs ont évalué la charge de travail et la fatigue de ces derniers à l'aide d'outils similaires (Nasa-Tlx, questionnaire de fatigue) mais dans des conditions de vol différentes : nuits courtes, autres types d'avion, nombre variable de jours successifs de vol (de 4 à 7 jours), études avec plusieurs compagnies... Leurs résultats sont dès lors difficilement comparables à ceux de la présente étude pour laquelle le protocole adopté a tenu compte de l'organisation des vols de l'entreprise et de sa réglementation : pas de nuits courtes, avions sensiblement de même type (Airbus) et rotation avec le même équipage sur trois jours (durée de rotation majoritaire dans la compagnie : 40 % des vols se réalisent au cours d'une période de trois jours successifs). Ces différents aspects se révèlent comme des éléments permettant d'optimiser la charge de travail et la fatigue du personnel navigant.

## Propositions d'actions

Des propositions émergent tout naturellement des résultats de cette étude.

Plusieurs orientations sont envisageables :

- prévention des accidents du travail ;
- amélioration de l'espace de travail des PN ;
- réduction de la charge de travail, de la fatigue et du stress ;
- diminution des « irritants » de la vie quotidienne.

## PRÉVENTION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL

À l'instar de nombreuses entreprises, les informations recueillies sur les accidents de travail sont nombreuses mais assez peu exploitées, semble-t-il, dans le sens d'une politique de prévention systématique, cohérente et suivie. Par exemple, les déclarations d'accidents du travail n'ont pas fait l'objet d'une analyse qui tienne compte des risques encourus par le personnel selon le type de courrier. Or, les risques encourus en court courrier et moyen courrier ne sont pas les mêmes que ceux encourus sur long courrier. Ce critère devrait faire partie intégrante d'une réelle prise en charge des risques des uns et des autres. Autre exemple, en ce qui concerne le travail du service médical de la base court courrier sur la réduction des otites barotraumatiques : à court terme, les campagnes de prévention ont eu un impact important sur la diminution des otites, mais leur « institutionnalisation » serait nécessaire pour réactiver les précautions à prendre par le personnel navigant.

## AMÉLIORATION DE L'ESPACE DE TRAVAIL

La prise en compte de certaines suggestions rendrait l'espace de travail mieux adapté à l'activité quotidienne dans l'avion en ce qui concerne notamment :

- la diminution du niveau sonore de l'avion. En particulier en ce qui concerne la ventilation ;
- l'organisation du nettoyage du cockpit ;
- l'aménagement des galeries et la maintenance des chariots utilisés par le personnel de cabine ;
- l'informatisation de la documentation de bord manipulée par les pilotes ;

Ces deux derniers aspects permettraient de réduire les risques d'accidents liés aux manutentions des uns et des autres.

## RÉDUCTION DE LA CHARGE DE TRAVAIL, DE LA FATIGUE ET DU STRESS

En lien avec les conclusions ci-dessus, il serait intéressant d'intégrer d'autres critères que les seuls enjeux

économiques à court terme, dans la réflexion sur l'amélioration de la charge de travail du personnel et de la sécurité du système :

- en favorisant la régulation de la contrainte temporelle (temps d'escale suffisant) ;
- en diminuant la densité de certaines rotations (réduire le nombre d'étapes par jour dans certains cas) et en limitant le nombre de levers tôt successifs ;
- en permettant la stabilité des équipages PNT et PNC ;
- en évitant les changements d'avions dans la journée ;
- en faisant respecter les règles à l'embarquement (non-conformité et surnombre des bagages) ;
- en concevant de nouveaux trolleys à conduite assistée par exemple.

---

#### DIMINUTION DES « IRRITANTS » DE LA VIE QUOTIDIENNE

Le personnel navigant a également évoqué au cours des entretiens et dans les questionnaires certains as-

pects répétitifs qu'ils nomment les « irritants » de la vie de tous les jours, mais qui constituent des sources d'énerverment récurrentes, faciles à éviter : manque de places libres dans les parkings à la base, absence de temps formel pour la pause repas pendant les vols, méconnaissance des contraintes des métiers entre eux (métier du sol notamment), etc.

Les éléments proposés ci-dessus sont des pistes de réflexion visant à améliorer la qualité des conditions de travail et par conséquent à diminuer leurs effets sur la santé/sécurité des navigants et du système.

***Remerciements à toutes les personnes ayant participé à l'étude et, notamment, au personnel navigant.***

#### Points à retenir

Les études concernant la charge de travail et le stress des équipages (PNT et PNC) dans les vols moyens et courts courriers sont peu nombreuses.

Les résultats de cette étude mettent en évidence des risques physiques et des risques psychosociaux et organisationnels (stress, charge de travail, fatigue...).

Les risques physiques sont représentés essentiellement par le niveau sonore, le bas degré d'hygrométrie, la manipulation de matériel hôtelier pouvant entraîner des pathologies rachidiennes.

Les risques psychosociaux et organisationnels sont représentés essentiellement par :

- de multiples contraintes dans l'organisation des vols ;
- un niveau de charge physique relativement élevé ;
- des situations de stress élevé.

Les propositions d'action reposent sur la prévention des accidents du travail, l'amélioration des espaces de travail, la réduction de la charge de travail, de la fatigue et du stress et une diminution des irritants de la vie quotidienne.

## Bibliographie

- [1] **JOUANNEAUX M** - Le pilote est toujours devant. Reconnaissance de l'activité du pilote de ligne. Toulouse : Octarès Editions ; 1999 : 392 p.
- [2] **CABON P, BOURGEOIS-BOUGRINE S, MOLLARD R, SPEYER JJ** - La fatigue en aéronautique : Le cas des vols courts et moyens courriers. In : Ergonomie et relations santé - travail, fiabilité des systèmes et des organisations, critères de gestion des entreprises. Actes du 34<sup>e</sup> Congrès de la Société d'ergonomie de langue française (SELF). Caen, 15-17 septembre 1999. Caen : Faculté de médecine, CHU de Caen, Laboratoire de physiologie ; 1999 : 195-203, 764 p.
- [3] **HAUGLI L, SKOGSTAD A, HELLESØY OH** - Health, sleep and mood perceptions reported by airline crews flying short and long hauls. *Aviat Space Environ Med.* 1994 ; 65 (1) : 27-34.
- [4] **MORIN E** - Introduction à la pensée complexe. Collection : Communication et complexité. Paris : ESF Editeur ; 1990 : 158 p.
- [5] **MÉLESE J** - Approche systémique des organisations, vers l'entreprise à complexité humaine. Collection : Les classiques E.O. Paris : Les Editions d'Organisations ; 1990 : 157 p.
- [6] Préambule à la Constitution adoptée par la Conférence internationale de la Santé, New York, 19 juin-22 juillet 1946 ; signé par les représentants de 61 États le 22 juillet 1946 et entré en vigueur le 7 avril 1948. *Actes Off Org Mond Santé.* 1946 ; 2 : 100.
- [7] **HART SG, STAVELAND LE** - Development of Nasa-TLX (Task Load Index) : Results of empirical and theoretical research. In : HANCOCK PA, MESHKATI N (Eds.) - Human mental workload. *Advances in Psychology* 52. Amsterdam : Elsevier Science Publishers BV. 1988 : 139-83, 398 p.
- [8] **HANSEZ I** - La validation du WOCCO : vers un modèle structural du stress et du contrôle de l'activité de travail. Université de Liège, thèse de doctorat en psychologie. 2001 : 271 p. (*non publiée*)
- [9] **LEMYRE L, TEISSIER R** - Mesure du Stress Psychologique (MSP) : se sentir stressé(e). *Rev Can Sci Compar.* 1988 ; 20 (3) : 302-21.
- [10] **DANIELLOU F, ESCOUTELOUP J, LOCHOUARN D** - Les rythmes de travail et la charge de travail des pilotes "court courrier". Rapport d'expertise effectuée à la demande du CHSCT. Rapport non publié à diffusion restreinte. 1998 : 80 p.
- [11] **BRATTICO E, KUJALA T, TERVANIEMI M, ALKU P ET AL.** - Long-term exposure to occupational noise alters the cortical organization of sound processing. *Clin Neurophysiol.* 2005 ; 116 (1) : 190-203.
- [12] Conception ergonomique des espaces de travail en bureaux. Norme française homologuée NF X 35-102. Décembre 1998. Indice de classement X 35-102. Saint-Denis La Plaine : AFNOR ; 1998 : 13 p.
- [13] **DELOYE B, LANGA P** - La représentation de la charge de travail : cas des pilotes d'Airbus A320. In : Actes du 36<sup>e</sup> Congrès de la SELF. Les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie. Montréal (Québec), 2001 ([www.ergonomie-self.org/self2001/v2/V2-011-R061-DELOYE.pdf](http://www.ergonomie-self.org/self2001/v2/V2-011-R061-DELOYE.pdf))
- [14] **COQUERY JM** - Processus attentionnels. In : RICHELLE M, REQUIN J, ROBERT M (Eds.) - *Traité de psychologie expérimentale*. 2 tomes. Paris : PUF ; 1994 : 219-81, 1020 p., 745 p.
- [15] **NICOLET JL, CARNINO A, WANNER JC** - Catastrophes ? Non merci ! La prévention des risques technologiques et humains. Collection Le nouvel ordre économique. Paris : Masson ; 1989 : 253 p.
- [16] **SEXTON JB, HELMREICH RL** - Analyzing cockpit communications: the links between language, performance, error, and workload. *Hum Perf Extrem Environ.* 2000 ; 5 (1) : 63-68.
- [17] **DEHAIS F** - Modélisation des conflits dans l'activité de pilotage. Toulouse, thèse de l'école nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace. 2004 : 182 p. ([theses.supaero.fr/001324.pdf](http://theses.supaero.fr/001324.pdf))
- [18] **LESIRE C** - Suivi de l'activité de pilotage par prédiction et recalage. ISDM, 2003 ([isdsm.univ-tln.fr/PDF/isdsm13/isdsm13a112\\_Lesire.pdf](http://isdsm.univ-tln.fr/PDF/isdsm13/isdsm13a112_Lesire.pdf)).
- [19] **TOGNOLI E, KOP JL, TONIOLO AM** - Effets des rotations et des services de vol courts et moyens courriers sur la performance cognitive du personnel technique navigant : mise au point d'un dispositif d'évaluation basé sur des tests psychométriques. Convention INRS-Université Nancy II (GRAPCO). 2001 : 198 p.
- [20] **KOP JL** - Effets des rotations et des services de vol courts et moyens courriers sur la performance cognitive du personnel technique navigant : analyse des données. Convention INRS-Université Nancy II (GRAPCO). 2004 : 195 p.
- [21] **NEVILLE KJ, BISSON RU, FRENCH J, BOLL PA ET AL.** - Subjective fatigue of C-141 aircrew during Operation Desert Storm. *Hum Factors.* 1994 ; 36 (2) : 339-49.
- [22] **PETOLAS MC** - Rôle du retour d'expérience dans le développement des compétences et de la sécurité en environnement dynamique. Thèse, Université Paris 8, Paris, 2005.
- [23] **MEYER JP** - La fréquence cardiaque, un indice d'astreinte physique ancien servi par une métrologie moderne. *Ergonomie TL* 20. *Doc Méd Trav.* 1996 ; 68, 4<sup>e</sup> trimestre 1996 : 315-322.
- [24] **GALLOIS P** - L'absentéisme : comprendre et agir. Rueil-Malmaison : Editions-Liaisons ; 2005 : 101 p.

# ANNEXE 1

## Les entretiens

### **Vingt-huit entretiens ont été réalisés au cours desquels deux types d'information ont été recherchés :**

- connaissance des vols : préparation, plannings, organisation, mise en place des équipages, etc. ;
- connaissance du métier de navigant (difficultés et évolution, travail à bord, aspects du travail collectif au sein de l'équipage, relations avec la clientèle, compétences et carrières, réglementations concernant les horaires de travail, vie en escale, stabilité des équipages, vie extra-professionnelle, environnement de travail physique (bruit, chaleur...) et effets sur la santé et la sécurité (charge, fatigue, santé, stress, accidents).

### **Deux catégories de personnes ont été interviewées :**

- des navigants et leurs représentants : personnel technique et personnel de cabine sur tous types de courriers et de différentes compagnies aériennes (nationale et régionales), syndicats professionnels ;
- des responsables de l'organisation des plannings (long, moyen et métropole), des secteurs vols long courrier (Boeing 777 et 767), planification, régulation, du personnel de cabine long courrier (secteur Asie), moyen et court courriers et responsables de la sécurité et de la formation des PN (médecins du travail, préventeurs, formateurs, RH...).

### **Liste des 28 entretiens réalisés pour l'étude d'instruction**

- 6 entretiens avec des PNT (3 personnes sur long courrier, 3 personnes sur court et moyen courriers) ;
- 9 entretiens avec des PNC (3 personnes sur long courrier, 6 personnes sur court et moyen courriers) ;
- 2 entretiens avec des représentants des syndicats professionnels : SNPNT, SNPNC ;
- 6 entretiens avec des médecins du travail ;
- 1 entretien avec un DRH d'une entreprise régionale ;
- 1 entretien avec un responsable formation d'une entreprise régionale ;
- 3 entretiens avec des préventeurs de services de prévention des Caisses régionales d'assurance maladie de Bretagne, d'Ile-de-France et du Languedoc-Roussillon.

## ANNEXE 2

# Résultats de l'analyse bibliométrique

Le corpus documentaire sur le personnel navigant civil provient de l'interrogation de six bases de données bibliographiques (BDB) :

**NIOSH-2**, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) du US Dept. of Health and Human (en anglais).

**CANADIANA** fournit des références en matière d'hygiène et de sécurité au travail (en anglais).

**CISILO** du Centre international d'informations de sécurité et de santé au travail (CIS) à Genève.

**HSELINE** produite par le «HSE Information Service» (Royaume-Uni).

**OSHLINE**<sup>®</sup> mise au point par le CCHST (Centre Canadien d'Hygiène et Sécurité au travail).

**MEDLINE** produite par la U.S. National Library of Medicine (NLM).

Ce choix des BDB offre une grande couverture géographique (origine des BDB européenne et américaine) et thématique (médecine, psychologie et hygiène au travail). Leur consultation s'est faite à partir d'une équation spécifique de mots-clés relatifs au thème d'étude\* .

Cette analyse a permis d'identifier 62 documents (**tableau XI**) portant sur le personnel navigant en court et moyen courriers sur les années 1999 à 2002 incluse. On constate que la charge de travail et le stress sont peu étudiés, l'environnement physique faisant l'objet des références les plus fréquentes (26 références). Les études concernant les PN (sans spécification du métier, PNT, PNC) sont les plus nombreuses (37 références).

*\*\*Aircrew\* OR flightcrew\* OR cabincrew\* OR cabin-attendant OR flying personnel OR civil aviation personnel NOT (military OR army OR combat OR navy OR force OR helicopter OR fight)\**.

**TABLEAU XI**

Résultats de l'analyse bibliométrique par thème et par métier.

	PN	PNC	PNT	Total en ligne
<b>ENVIRON. PHYSIQUE</b>	26 41,94 %	5 8,06 %	1 1,61 %	32 51,61 %
<b>MORBIDITÉ</b>	8 12,90 %	1 1,61 %	8 12,90 %	17 27,42 %
<b>MORTALITÉ</b>	1 1,61 %	0 0,00 %	5 8,06 %	6 9,68 %
<b>ORGANISATIONNEL</b>	1 1,61 %	0 0,00 %	0 0,00 %	1 1,61 %
<b>PERFORMANCE</b>	1 1,61 %	0 0,00 %	5 8,06 %	6 9,68 %
<b>TOTAL EN COLONNE</b>	37 59,68 %	6 9,68 %	19 30,65 %	62 100,00 %

## ANNEXE 3

# Valeurs d'exposition au bruit et prévention à mettre en œuvre selon le niveau

**TABLEAU XII**

### Niveaux de contrôle sur les conditions de travail.

Seuils	Paramètres	Ancienne réglementation	Nouvelle réglementation
■ Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI)	Exposition moyenne (Lex,8h)	85 dB(A)	80 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	135 dB(C)	135 dB(C)
■ Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS)	Exposition moyenne (Lex,8h)	90 dB(A)	85 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	140 dB(C)	137 dB(C)
■ Valeur limite d'exposition (VLE*)	Exposition moyenne (Lex,8h)	Aucune	87 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	Aucune	140 dB(C)

\* En tenant compte des protections individuelles contre le bruit (PICB).

Position du niveau d'exposition	Exigences
Quel que soit le niveau	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Évaluation du risque</li> <li>■ Suppression ou réduction au minimum du risque, en particulier à la source</li> <li>■ Consultation et participation des travailleurs pour l'évaluation des risques, les mesures de réduction, le choix des PICB</li> <li>■ Bruit dans les locaux de repos à un niveau compatible avec leur destination</li> </ul>
Au-dessus de la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mise à disposition des PICB</li> <li>■ Information et formation des travailleurs sur les risques et les résultats de leur évaluation, les PICB, la surveillance de la santé</li> <li>■ Examen audiométrique préventif proposé</li> </ul>
Au-dessus de la valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mise en œuvre d'un programme de mesures de réduction d'exposition au bruit</li> <li>■ Signalisation des endroits concernés (bruyants) et limitation d'accès</li> <li>■ Utilisation des PICB</li> <li>■ Contrôle de l'ouïe</li> </ul>
Au-dessus de la valeur limite d'exposition (VLE) (compte tenu de l'atténuation du PICB)	À ne dépasser en aucun cas ; mesures de réduction d'exposition sonore immédiates

## ANNEXE 4

# Évaluation des forces lors de la poussée et de la traction des trolleys

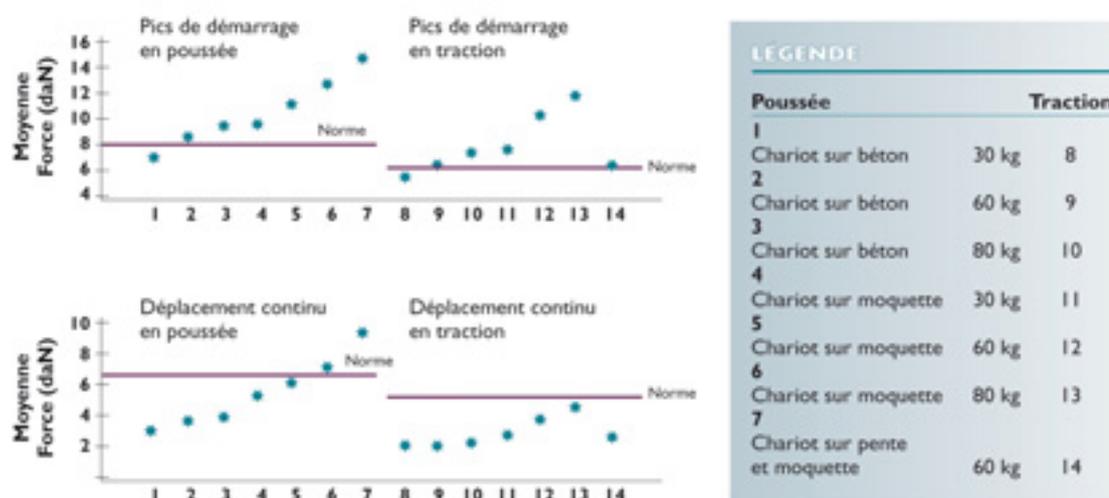
Une étude de laboratoire a été menée pour évaluer les forces mises en jeu lors de tâches de poussée et de traction des chariots utilisés par les PNC. Vingt-huit sujets (14 femmes et 14 hommes), jeunes et sans pathologie avérée ont participé à l'expérience. Les sujets sont tous soumis aux mêmes conditions expérimentales qui comportent deux phases : l'une de démarrage et l'autre de déplacement du trolley en poussée ou en traction. La distance de déplacement est de 15 mètres à vitesse standardisée pour tous les sujets. Sept conditions expérimentales différentes sont envisagées, en faisant varier le chargement des trolleys, le revêtement et la pente de roulement. Trois niveaux de lest sont expérimentés : 30, 60 et 80 kg. Les déplacements sont effectués sur une surface horizontale lisse de référence, sur de la moquette utilisée dans les avions Airbus et sur une surface inclinée à 5°. Pour chacun des deux sens de déplacements les conditions sont donc les suivantes :

- surface avec moquette et à plat, chariot chargé à 30, 60 et 80 kg ;
- surface sans moquette et à plat, chariot chargé à 30 kg ;
- surface avec moquette, inclinée à 5°, chariot chargé à 60 kg.

Les forces de poussée et de traction exercées par les sujets sont recueillies en temps réel à l'aide d'un couple-mètre Kistler (type 9 272) qui permet d'enregistrer les forces exercées.

Les résultats (**figure 12**) montrent que sur une surface lisse (sans moquette) et à plat, les différentes conditions de lest ont peu d'influence sur les forces exercées.

Fig. 12 : Forces moyennes exercées (démarrage et déplacement du trolley), dans les différentes conditions expérimentales et comparées à la norme ISO / CD 11228-2.



En revanche, lorsque le déplacement s'effectue sur une surface recouverte de moquette, les conditions de charge ont une influence directe et proportionnelle avec la force qu'il est nécessaire d'exercer pour déplacer le trolley. Cela est valable pour les valeurs crêtes au démarrage comme pour les valeurs moyennes lors de la phase de déplacement en continu. On constate également que sur une surface en pente, les forces exercées sont plus importantes que sur une surface horizontale (à l'exception de la condition 14 où il s'agit de traction en descente de pente).

Il est à noter que certains paramètres (vibrations, turbulences...) n'ont pas été simulés et donc pris en compte. Ce qui signifie que, dans la réalité, les forces exercées lors des tâches de manutention et de déplacement des trolleys sont très probablement plus élevées qu'en laboratoire.