

Bureau Enquêtes-Accidents



R A P P O R T

*relatif à l'accident survenu le 5 septembre 1996
lors du vol Johannesburg - Paris
au Boeing 747-400
immatriculé F-GITF
exploité par Air France*

F-TF960905

A V E R T I S S E M E N T

Ce rapport exprime les conclusions auxquelles est parvenu le BEA sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et à la Loi n°99-243 du 29 mars 1999, l'analyse de l'événement n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents ou incidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Table des matières

AVERTISSEMENT	3
GLOSSAIRE	9
SYNOPSIS	11
DEROULEMENT DES TRAVAUX D'ENQUETE	13
1- RENSEIGNEMENTS DE BASE	15
1-1 Déroulement du vol	15
1-2 Tués et blessés	17
1-3 Dommages à l'aéronef	17
1-4 Autres dommages	17
1-5 Renseignements sur le personnel	18
1-5-1- Equipage technique	18
1-5-2- Equipage de cabine	19
1-5-3- Personnel d'escale	20
1-6 Renseignements sur l'aéronef	21
1-6-1- Généralités	21
1-6-2- Chargement et centrage	21
1-6-3- Entretien	22
1-6-4- Radar météorologique de bord	23
1-6-5- Aménagement de la cabine	25
1-7 Renseignements météorologiques	26
1-7-1- Généralités sur la mousson africaine	27
1-7-2- Situation générale sur l'Afrique du 4 au 5 septembre	27
1-7-3- Analyse de l'imagerie satellitale de l'Afrique subtropicale	29
1-7-4- Conditions atmosphériques rencontrées en vol	31
1-7-5- Préparation météorologique du vol	32
1-7-6- Renseignements météorologiques demandés en vol	34
1-7-7- Autres renseignements disponibles en vol	35
1-8 Aides à la navigation	36
1-9 Télécommunications	36
1-9-1- Vol RKA 134 au sol et Tour de Ouagadougou	36
1-9-2- Vol AFR 437 : généralités sur les télécommunications	36
1-10 Renseignements sur l'aérodrome	42

1-11 Enregistreurs de vol	42
1-11-1- Acquisition des données d'enregistreurs	42
1-11-2- Exploitation des données	43
1-11-3- Paramètres significatifs	44
1-12 Dommages subis par l'avion	47
1-12-1- Dommages extérieurs	47
1-12-2- Dommages à la cabine	47
1-12-3- Dommages aux systèmes	49
1-13 Renseignements médicaux et pathologiques.	49
1-14 Incendie	50
1-15 Questions relatives à la survie des occupants.	50
1-15-1- Localisation des blessés dans la cabine	50
1-15-2- Ceintures de sécurité	51
1-15-3- Soins à bord	51
1-15-4- Organisation des secours à Marseille	51
1-16 Essais et recherches	52
1-16-1- Documentation climatologique Air France	52
1-16-2- Le centre météorologique de Johannesburg Jan Smuts	53
1-16-3- Coefficients de turbulence figurant sur les suivis de vol	53
1-16-4- Détermination de la rafale subie par le F-GITF	54
1-16-5- Incidents de fonctionnement connus des radars de bord	55
1-16-6- Historique des défauts de fonctionnement sur le F-GITF	55
1-16-7- Expertise du radar météorologique de bord	58
1-16-8- Entretien du radar et remplacement d'antenne	61
1-16-9- Panne de radar survenue sur le 747-400 F-GITB en 1995	62
1-16-10- Bulletin Service concernant le boîtier moto-réducteur d'antenne	62
1-16-11- Dispositions prises par Air France	63
1-16-12- Tolérances techniques concernant le radar embarqué	63
1-16-13- Examen des aménagements intérieurs de la cabine	67
1-16-14- Antécédents sur les essais relatifs à la certification	74
1-17 Renseignements sur les organismes et la gestion	75
1-17-1- Manuels Air France	75
1-17-2- Assistance à l'escale de Johannesburg	79
1-17-3- Centre de Dispatch d'Air France	80
1-18 Renseignements supplémentaires	81
1-18-1- Témoignages	81
1-18-2- Réglementation sur les ceintures de sécurité	85
1-18-3- Règles de l'air	86
1-18-4- Réglementation sur les trousse de secours et d'urgence à bord	87
1-18-5- OACI - Annexes 3 et 11	87
2- ANALYSE	91
2-1 Chronologie des événements	91
2-2 Le vol	92

2-2-1- Préparation du vol _____	92
2-2-2- Gestion du vol jusqu'à l'événement _____	96
2-2-3- L'événement _____	99
2-2-4- Le vol après l'événement _____	101
2-3 Information météorologique _____	103
2-3-1- Information contenue dans le dossier de vol _____	103
2-3-2- Renseignements en route _____	104
2-3-3- Absence de SIGMET en cours de validité _____	105
2-4 Soins et organisation des secours _____	105
2-4-1- Soins dispensés à bord _____	105
2-4-2- Organisation des secours _____	106
2-5 Procédures et règlements _____	106
2-5-1- Consignes et procédures opérationnelles _____	106
2-5-2- Conditions d'entretien du radar de bord _____	107
2-5-3- Tolérance technique et liste minimale d'équipements _____	108
2-5-4- Sécurité des passagers en croisière _____	109
2-6 Aménagements intérieurs _____	110
2-6-1- Coffres à bagages centraux _____	110
2-6-2- Panneaux de faux plafond et moniteurs vidéo _____	112
3- CONCLUSION _____	115
3-1 Faits établis par l'enquête _____	115
3-2 Causes _____	117
4- RECOMMANDATIONS DE SECURITE _____	119
4-1 Liste minimale d'équipement _____	119
4-2 Validité des prévisions météorologiques aéronautiques _____	119
4-3 Equipements météorologiques au sol _____	120
4-4 Connaissances météorologiques _____	120
4-5 Consignes et procédures des compagnies aériennes _____	121
4-6 Ceintures de sécurité _____	121
4-7 Trousses de premier secours et d'urgence _____	122
4-8 Radars de circulation aérienne _____	122
4-9 Pannes répétitives d'un équipement embarqué _____	122
4-10 Aménagements intérieurs _____	123

GLOSSAIRE

AAIB	Air Accident Investigation Branch (Royaume Uni)
ACARS	Arinc Communication Addressing and Reporting System
AD	Airworthiness Directive (voir CN)
ATS, ATC	Air Traffic Service, Control
ASECNA	Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar
CCP	Chef de cabine principal
CCR	Centre de contrôle régional
CdB	Commandant de bord
CDG	Aéroport de Paris Charles de Gaulle
CN	Consigne de navigabilité
CIV	Centre d'information de vol
CMC	Centralized Maintenance Computer
CMPZ	Centre mondial de prévision de zone
CODIS	Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours
CRM	Crew resource management ou compte rendu matériel, selon le contexte.
CRNA	Centre régional de la navigation aérienne
CRPZ	Centre régional de prévision de zone
CVR	Cockpit Voice Recorder - Enregistreur phonique
DAR	Direct Access Recorder
DME	Distance Measuring Equipment - Dispositif de mesure de distance
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
FAR	Federal Aviation Regulations
FDR	Flight Data Recorder - Enregistreur de paramètres
FIR	Flight Information Region - Région d'information de vol
FIT	Front inter-tropical
FL	Flight Level - niveau de vol
FM(C)S	Flight Management (Computer) System
JAA	Joint Airworthiness Authorities
JAR	Joint Airworthiness Requirements

(M)MEL	(Master) Minimum Equipment List
METAR	Message régulier d'observation météorologique pour l'aéronautique
NM	Nautical mile, mille marin
NTSB	National Transportation Safety Board (USA)
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OPL	Officier pilote de ligne
OPR	Officier pilote de ligne en renfort
PA	Pilote automatique
PF	Pilote en fonction
P/N	Part Number, référence de pièce
PNC	Personnel navigant commercial (équipage de cabine)
PNF	Pilote non en fonction
PNT	Personnel navigant technique
QAR	Quick Access Recorder - Enregistreur de maintenance
SAMU	Service d'assistance médicale d'urgence
SB	Service Bulletin (Bulletin Service)
SCEM	Service central d'exploitation de la météorologie (Toulouse)
SELCAL	Selective calling system
SIGMET	Significant Meteorological Message - Messages de phénomènes météorologiques en route spécifiés
S/N	Serial Number, numéro de série
SSIS	Service de sécurité incendie et de sauvetage
TAF	Terminal and Alternate Forecast, prévision d'atterrissage
TEMSI	Carte de prévision du temps significatif
TMA	Terminal Control Area - Zone de contrôle terminale
VMO/MMO	Vitesse maximale et nombre de Mach maximal en opération
WPT	Waypoint, point de report
WXR	Radar météorologique embarqué
ZCIT	Zone de convergence intertropicale

N.B. : par convention, lorsque le mot annexe commence par une minuscule il désigne une annexe au rapport, lorsqu'il commence par une majuscule il désigne une des annexes à la Convention relative à l'aviation civile internationale.

SYNOPSIS

Date de l'accident

jeudi 5 septembre 1996 à 00 h 22¹

Aéronef

Boeing 747-428
immatriculé F-GITF

Lieu de l'accident

en croisière au niveau 350

Propriétaire

CIT FSC Twelve LTD,
Clarendon House, Bermudes

Nature du vol

transport public de passagers,
vol régulier AFR 437
Le Cap - Johannesburg - Paris

Exploitant

Compagnie nationale Air France,
Roissypole, Paris-CDG

Personnes à bord

PNT : 3
PNC : 15
passagers : 206, dont 3 bébés

Résumé

Le 4 septembre 1996, le vol AFR 437 Johannesburg - Paris décolle à 18 h 29 en tolérance technique. Le radar météorologique de bord est en panne. La route directe par l'Afrique centrale ne peut être empruntée à cause de prévisions météorologiques défavorables. Un autre plan de vol a été établi sur une route passant au-dessus de l'Afrique occidentale.

Le 5 septembre à 00 h 22, au niveau de vol 350, l'avion pénètre dans une zone orageuse d'activité intense : grêle, éclairs, turbulences extrêmes. Trente personnes sont blessées. Les aménagements de la cabine arrière sont endommagés. Les premiers secours sont dispensés en vol. L'équipage se dérouté sur Marseille Provence. L'atterrissage a lieu à 04 h 32.

Conséquences

	Tués	Personnes Blessés	Indemnes	Matériel	Chargement	Tiers
Equipage	-	4	14	cabine arrière endommagée	néant	-
Passagers	1	25	180			
Tiers	-	-	-	impacts de grêle et de foudre sur la cellule		

¹ Les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC), heure légale au Burkina Faso. Pour obtenir l'heure légale le jour de l'accident, il convient d'ajouter deux heures pour la France et pour la République Sud Africaine.

DEROULEMENT DES TRAVAUX D'ENQUETE

L'enquête a débuté dès la notification de l'événement par le CRNA d'Aix-en-Provence, peu après l'atterrissage de l'avion. Le BEA a informé l'ASECNA à Dakar de l'accident.

Le 5 septembre une équipe d'enquêteurs se rendait à Marseille pour la récupération des enregistreurs et des listages des enregistrements des calculateurs CMC et ACMS, en présence d'un officier de police judiciaire de la Gendarmerie des Transports Aériens. Les enquêteurs ont participé à l'inventaire des dommages et se sont informés sur les opérations de secours et de survie. Une autre équipe du BEA, dont l'enquêteur désigné, était présente à l'arrivée de l'équipage à Roissy. A partir de midi ont eu lieu les entretiens avec les membres du PNC puis du PNT et, en fin d'après-midi, avec les représentants du Centre de Dispatch.

Le 6 septembre, l'examen des premières données validées confirmait les accélérations extrêmes subies par l'avion. Le même jour, à l'arrivée de l'avion en convoyage, les équipes du BEA et de la maintenance d'Air France se réunissaient pour faire le point sur la panne du radar et les dommages subis par l'avion. Quelques jours plus tard une réunion était organisée avec Air France et Boeing.

L'ASECNA a enquêté à Ouagadougou et à Niamey sur les aspects du contrôle aérien et de la météorologie et a transmis au BEA les informations et documents résultant de ses recherches. La Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie d'Algérie a contribué à la recherche d'informations en faisant parvenir au BEA la transcription des radiocommunications au-dessus de son territoire. Météo France a recherché et fourni une importante documentation sur la situation météorologique des 4 et 5 septembre pour les besoins de l'enquête.

Certains travaux ont été réalisés à Air France sous le contrôle du BEA : ils ont concerné l'examen des équipements composant le radar de bord et des éléments d'aménagements intérieurs - panneaux de faux plafond, sièges et coffres à bagages qui avaient été déposés de l'avion en même temps que les bielles supportant les compartiments à bagages centraux. Celles-ci ont été expertisées au CEAT avec le concours du BEA et la participation de la DGAC, d'Air France, du NTSB, de la FAA et de Boeing.

L'enquête a donné lieu à un certain nombre de réunions avec la DGAC et la Direction de la Qualité et de la Sécurité des Vols d'Air France. Des déplacements à Johannesburg et à Washington ont été également effectués.

Un questionnaire relatif au déroulement du vol et à l'aspect survie a été adressé aux personnes blessées lors de l'événement.

Le projet de rapport a été envoyé fin janvier 1999 aux autorités et organismes suivants :

- la DGAC, Météo France,*
- le NTSB, la FAA,*
- l'ASECNA, la DAC du Burkina Faso,*
- la DACM d'Algérie, la CAA d'Afrique du Sud,*
- Air France, Boeing.*

L'ASECNA, la DAC du Burkina Faso, la DACM d'Algérie, la CAA d'Afrique du Sud et Boeing n'ont pas envoyé de commentaires. Météo France n'avait pas de remarque à formuler.

Les remarques de la DGAC et du NTSB ont été prises en compte. Celles d'Air France ont été acceptées pour l'essentiel. La FAA a indiqué que les précédentes recommandations du NTSB au sujet des aménagements intérieurs, considérées comme inacceptables en 1994, avaient été récemment étudiées à nouveau et que sa position demeurait inchangée.

1- RENSEIGNEMENTS DE BASE

1-1 Déroulement du vol

Le 4 septembre 1996, le Boeing 747-400 du vol AFR 437 en provenance du Cap atterrit sur l'aéroport de Johannesburg Jan Smuts à 15 h 55. En vol, l'équipage avait informé l'escale vers 15 h 30 de la panne du radar météorologique de bord. Le technicien d'Air France étant de repos, la maintenance est assurée par South African Airways (SAA)². Des recherches sont entreprises afin de pourvoir au remplacement de l'antenne du radar.

L'équipage de relève avait commencé à préparer le vol. Vers 16 h 40, afin d'éviter la zone de mousson active prévue sur la route directe au-dessus de l'Afrique centrale, le commandant de bord décide d'étudier un nouveau plan de vol vers Paris, au cas où l'antenne ne pourrait être remplacée. Sur la carte TEMSI, un couloir dépourvu de nuages est schématisé sur un axe Accra - Gao entre deux zones actives de mousson. Il décide d'emprunter cette route, plus longue de cinq cents milles marins (annexe 1).

Le système informatique OCTAVE, qui relie la Direction des Opérations d'Air France aux différentes escales de la compagnie, ne reconnaît pas cette route inhabituelle. Après appel du commandant de bord, la Direction des Opérations établit le plan de vol demandé. Les autorisations de survol vérifiées, ce plan de vol est envoyé à l'escale de Johannesburg à 17 h 43.

Le service de maintenance de SAA est informé de la décision de partir en tolérance technique. La recherche d'une antenne de rechange est arrêtée.

Le décollage a lieu à 18 h 29. La croisière se déroule à Mach 0,88, d'abord au niveau 310, puis au niveau 350.

Au-dessus de l'Angola la consigne n°1 "Attachez vos ceintures" est allumée par mesure de précaution, compte tenu d'un indice de turbulence modérée prévu sur le dossier de suivi de vol. Il est entre 20 h 30 et 21 h, les tours de veille du PNC commencent. A 22 h 40, avant d'aller se reposer, le commandant de bord donne ses consignes : l'OPL de gauche le remplace comme pilote non en fonction, celui de droite, pilote en fonction depuis le départ, demeure aux commandes et assure le commandement.

Vers 00 h 00, le vol AFR 437 pénètre dans une zone nuageuse, la turbulence est faible. La vitesse est réduite à Mach 0,85. L'équipage de cabine est prévenu que des turbulences plus fortes peuvent survenir. L'avion pénètre dans une couche nuageuse dense. La turbulence devient faible à modérée pendant deux ou trois minutes. Elle est suivie d'une accalmie.

² L'assistance de la SAA aux compagnies étrangères s'effectue par l'intermédiaire d'un service de maintenance particulier, le FOAM (Foreign Operator Aircraft Maintenance) qui intervient soit dans le cadre d'un accord de pool, soit en assistance simple portant sur l'entretien standard en escale et sur des dépannages à la demande.

A 00 h 17 min 25, l'équipage contacte le contrôle de Ouagadougou. Le contrôleur lui fournit une observation indiquant de l'orage avec pluie et des cumulonimbus à l'est et au nord-est de l'aérodrome.

Vers 00 h 21, à environ trente milles marins de Ouagadougou, la turbulence devient forte, la consigne n° 2 "Défense de fumer" est allumée. Brutalement des turbulences extrêmes se déclenchent, deux précipitations de grêle sont perçues sur le fuselage et le pare-brise en même temps que des éclairs entourent l'avion. Pendant plusieurs minutes des séries de turbulences fortes sont ressenties. Des facteurs de charge de -1,15 et +2,09 sont enregistrés.

Le pilote automatique s'est déconnecté à 00 h 21 min 55, il y a de nombreuses alarmes, dont celles des portes 5 gauche et 5 droite. Le poste de pilotage est en désordre, la cabine arrière a subi d'importants dommages et de nombreux blessés sont à déplorer. Le pilote automatique est réactivé à 00 h 22 min 18.

Vers 00 h 30, lorsque que les conditions le lui permettent, le commandant de bord retourne au poste de pilotage. L'équipage de cabine effectue l'inventaire des dommages et apporte les premiers soins aux blessés. L'équipage technique effectue le contrôle des systèmes de l'avion. L'appareil vole normalement. Le vol est poursuivi vers Gao au niveau 350, à Mach 0,85.

L'équipage ne fait pas part des problèmes rencontrés au contrôleur de Ouagadougou. Il établit le contact avec le contrôle de Niamey vers 00 h 42. Il rapporte l'événement et ses conséquences et demande à descendre au niveau 330, au lieu de monter au 370 pour lequel il est autorisé. Niamey donne la clearance. L'avion descend. Les messages d'alarme concernant les portes arrière demeurent affichés, sans alarme de dépressurisation.

L'AFR 437 passe à la verticale de Gao à 00 h 54. Il est alors en conflit avec un vol Lufthansa : les deux avions volent au niveau 330 sur des routes convergentes, à trois minutes d'intervalle. Pour inciter le vol Lufthansa à changer de niveau, l'équipage lance successivement, en vain, le message d'urgence "PAN PAN PAN" puis le message de détresse "MAYDAY" sur la fréquence de veille.

Vers 01 h 25, la liaison VHF avec Niamey est quittée. Le message "MAYDAY" est envoyé sur la fréquence HF commune vers Niamey et Alger. Le contact ne peut être établi avec Niamey, Alger répond. L'équipage demande une route directe sur Alger pour un atterrissage à Marseille.

Les deux avions approchent de Tessalit. Les demandes du contrôle à l'adresse du vol Lufthansa pour qu'il change de niveau sont infructueuses. Sur appel SELCAL, le contrôleur autorise l'AFR 437 à procéder directement sur Ghardaïa.

Deux passagers médecins dirigent les soins et s'occupent des blessés les plus atteints. L'état de l'un d'eux est préoccupant. Des contacts ont lieu avec le SAMU de Paris par liaison satellite, via le PC opérationnel d'Air France. A la suite de ces entretiens, compte tenu des moyens hospitaliers connus, le déroutement sur Marseille est décidé à 02 h 10, à la verticale d'In Salah.

Les coffres à bagages de la cabine arrière risquant de s'affaisser, la zone est évacuée et les passagers répartis dans les autres zones. Seuls deux passagers, jugés intransportables, demeurent sur place, allongés sur le sol et veillés par l'équipage de cabine.

Les centres de contrôle en route d'Alger et de Marseille autorisent des routes directes dans leurs espaces respectifs : Ghardaïa (survolée vers 02 h 50) - Bou Saada - Martigues. Le déroutement est confirmé. L'avion est toujours au niveau 330, à Mach 0,85.

L'approche sur Marseille Provence est faite sous guidage radar et sur une fréquence spéciale. L'équipage effectue une approche lente, puis un atterrissage doux. L'avion atterrit à 04 h 32 et arrive au bloc à 04 h 40.

Les services d'urgence et de sécurité, prévenus depuis 02 h 00, sont sur place. Après un examen préliminaire, les blessés sont acheminés vers différents hôpitaux. Les personnes indemnes sont acheminées sur Paris par vol spécial.

- Remarque : une chronologie détaillée du vol figure en annexe 15.

1-2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	-	1	-
Graves	1	8	-
Légères	3	17	-
Aucune	14	180	-

Le passager décédé avait été grièvement blessé. Il est mort le 22 septembre, sans avoir repris connaissance³.

1-3 Dommages à l'aéronef

Il y a eu de nombreux dégâts en cabine, en particulier dans les deux zones arrière. Quelques impacts sans gravité de grêle et de foudre ont été constatés sur la cellule.

1-4 Autres dommages

Aucun autre dommage n'a été constaté.

³ Selon la définition internationale, toute blessure entraînant la mort dans les trente jours est considérée comme mortelle.

1-5 Renseignements sur le personnel

1-5-1- Equipage technique

L'avion est certifié avec un équipage technique de deux pilotes. Compte tenu de la durée du vol supérieure à dix heures et de l'heure du départ, l'équipage technique comprenait un second officier pilote de ligne, désigné officier pilote de ligne en renfort.

1-5-1-1- Commandant de bord

Le commandant de bord, homme âgé de 54 ans, était titulaire de la licence de pilote de ligne n° 1946 du 28 janvier 1976, valide jusqu'au 30 septembre 1996. Sa dernière visite médicale remontait au 26 mars 1996. Il avait suivi le stage CRM (Crew Resource Management) en avril 1994.

- Qualifications de type : Caravelle SE 210, Boeing 727, Boeing 747-100, -200, -300 et Boeing 747-400 (mars 1996).
- Expérience : 16 760 heures de vol au total, dont 335 sur Boeing 747-400, avec 162 heures dans les trois derniers mois.
- Carrière aéronautique : employé chez Air France depuis 1968, commandant de bord depuis 1983.

Pour préparer sa qualification sur Boeing 747-400, en novembre 1995, il lui avait été attribué une documentation complète, dont "*La climatologie du réseau long courrier*", édition Air France 1993. Son expérience récente sur l'Afrique intertropicale, arrêtée aux douze derniers mois, couvrait l'Afrique orientale et centrale et le Nigeria. Antérieurement, il avait eu l'occasion d'effectuer des vols sur Dakar ou Abidjan. Sa précédente rotation sur Johannesburg remontait à juillet 1996.

Les jours précédant le vol de l'accident il avait assuré le vol Paris - Johannesburg du 31 août et le vol aller-retour Johannesburg - Harare (Zimbabwe) du 3 septembre.

1-5-1-2- Officier pilote de ligne

L'OPL, homme âgé de 35 ans, était titulaire de la licence de pilote de ligne n° 486992 du 13 janvier 1992, valide jusqu'au 30 avril 1997. Sa dernière visite médicale remontait au 22 avril 1996. Il avait suivi le stage CRM en novembre 1994.

- Qualifications de type : Corvette SN 601, Boeing 727, Boeing 747-200 et 747-400.

- Expérience : 4 096 heures de vol au total, dont 2 302 sur Boeing 747-400, avec 194 heures dans les trois derniers mois.
- Carrière aéronautique : employé chez Air France depuis 1990.

Son expérience récente sur l'Afrique remontait à avril 1996. Il s'agissait d'une rotation sur Johannesburg. Antérieurement il avait eu l'occasion d'effectuer d'autres vols sur l'Afrique occidentale.

Avant le vol de l'accident il avait effectué le vol Paris - Johannesburg du 31 août, et le mardi 3 le vol Johannesburg - Harare et retour avec le même commandant de bord.

1-5-1-3- Officier pilote de ligne en renfort

L'OPR, homme âgé de 37 ans, était titulaire de la licence de pilote de ligne n° 525994 du 1^{er} mars 1994, valide jusqu'au 30 avril 1997. Sa dernière visite médicale remontait au 2 avril 1996. Il avait suivi le stage CRM en mars 1995.

- Qualifications de type : Beechcraft 90, 100 et 200, Saab SF340, Boeing 747-100 et 200, Boeing 747-400.
- Expérience : 3 295 heures de vol au total, dont 958 sur Boeing 747-400, avec 184 heures dans les trois derniers mois.
- Carrière aéronautique : employé chez Air France depuis 1990.

Son expérience récente sur l'Afrique remontait à mai et juin 1996 : deux rotations sur Luanda - Kinshasa - Brazzaville et Luanda - Brazzaville - N'Djamena.

Son dernier vol avait été Paris - Johannesburg la nuit du 2 au 3 septembre.

1-5-2- Equipage de cabine

L'équipage de cabine comprenait quinze personnes (dix femmes et cinq hommes), dont trois chefs de cabine, un chef de cabine principal, une chef de cabine titulaire et une chef de cabine temporaire.

1-5-2-1- Chef de cabine principal

- Homme, âgé de 52 ans.
- Qualifications : certificat de sécurité et sauvetage (CSS) n° 5474 du 2 août 1971, maintien général des compétences du 20 mai 1996 et sur Boeing 747-400 du 21 mai 1996, validé jusqu'au 30 avril 1997.
- Expérience : 14 319 heures de vol au total, dont 644 sur Boeing 747-400.

- Carrière : employé chez Air France depuis le 1^{er} avril 1968, CCP depuis le 1^{er} décembre 1989.

1-5-2-2- Chef de cabine

- Femme, âgée de 48 ans.
- Qualifications : CSS n° 6075 du 1^{er} août 1972, maintien général des compétences du 4 juillet 1995 et sur Boeing 747-400 du 2 novembre 1995, validé jusqu'au 30 septembre 1996.
- Expérience: 8 304 heures de vol au total, dont 115 sur Boeing 747-400.
- Carrière : employée chez Air France depuis le 18 mai 1972, chef de cabine depuis le 1^{er} août 1995.

1-5-2-3- Chef de cabine temporaire

- Femme, âgée de 40 ans.
- Qualifications : CSS n° 9569 du 26 mars 1979, maintien général des compétences du 23 novembre 1995 et sur Boeing 747-400 du 22 novembre 1995, validé jusqu'au 31 janvier 1997.
- Expérience: 6 337 heures de vol au total, dont 380 sur Boeing 747-400.
- Carrière : employée chez Air France depuis le 11 décembre 1978, chef de cabine à titre temporaire.

1-5-3- Personnel d'escale

1-5-3-1- Chef d'escale

La chef d'escale était en poste à Johannesburg depuis quatorze ans. Elle y avait exercé les fonctions d'agent d'opérations avant d'occuper son poste actuel.

1-5-3-2- Agent d'opérations

Entré à Air France en 1995, l'agent d'opérations était en poste à Johannesburg depuis environ six mois. Il y avait d'abord occupé un poste au chargement.

1-6 Renseignements sur l'aéronef

1-6-1- Généralités

- Constructeur : Boeing Commercial Airplanes.
- Type : Boeing 747-428. Numéro de série : 25602.
- Propriétaire : CIT FSC Twelve LTD, Clarendon House, Bermudes.
- Exploitant : Compagnie nationale Air France, Roissypole, Paris-CDG.
- Certificat de navigabilité n° 111364, délivré le 22 avril 1992, valide jusqu'au 16 avril 1998.
- Certificat d'immatriculation n° B22613 du 22 avril 1992.
- Certificat d'exploitation des installations radioélectriques de bord du 14 décembre 1995, valide jusqu'au 31 décembre 1996.

Au 31 août 1996, l'avion comptait 18 504 heures de fonctionnement cellule et 1 843 cycles. Il était équipé de quatre turboréacteurs General Electric de type CF6-80 C2B1F, montés d'origine.

1-6-2- Chargement et centrage

1-6-2-1- Configuration cabine

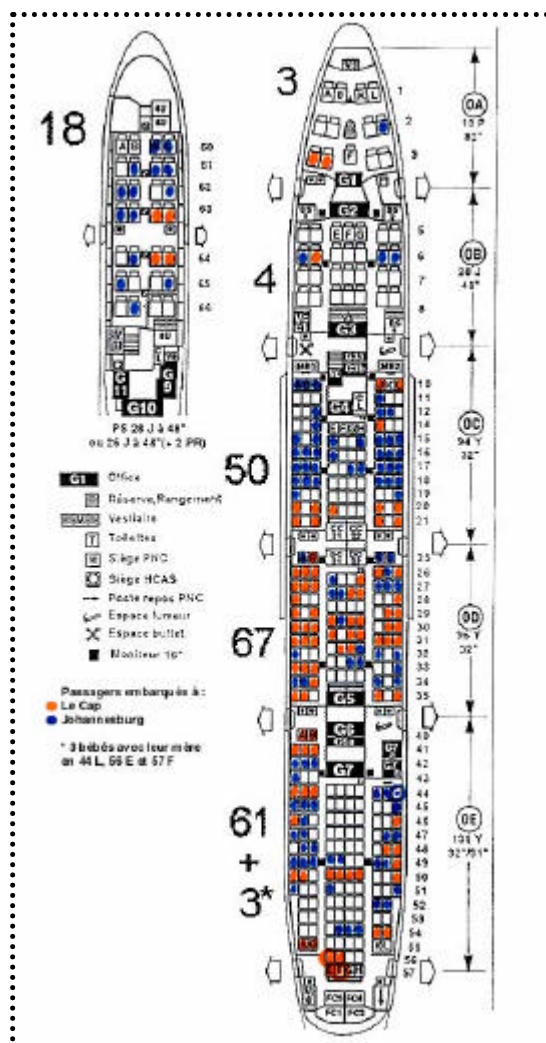
Sur ce vol, l'aménagement de la cabine était en configuration 13 passagers en première classe (zone A), 55 en classe affaires (zone B et pont supérieur) et 321 en classe loisir (zone C, D et E), soit 389 sièges vendables.

Le 4 septembre, au départ de Johannesburg, il y avait deux cent six passagers à bord, dont huit enfants de moins de douze ans et trois bébés.

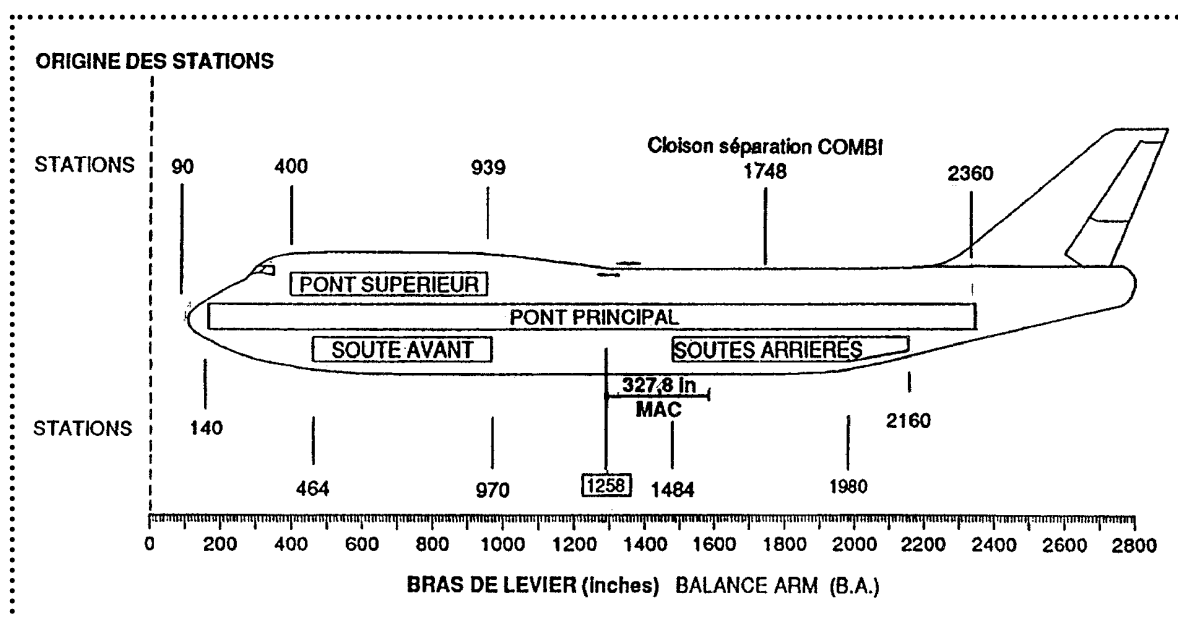
Sur le schéma ci-contre sont figurés les sièges attribués à l'embarquement. La répartition réelle en zone D, remplie à 70 %, était peu différente. En zone E, où 47 % des sièges avaient été attribués, les passagers s'étaient répartis sur les sièges libres dans l'ensemble de la zone.

1-6-2-2- Devis de masse et de centrage

La masse maximale certifiée au décollage était de 371 945 kg. La masse au décollage était de 360 595 kg, soit 11 350 kg de moins. Au moment de l'événement la masse était de 280,8 tonnes.



Le centrage se réfère aux stations de l'avion et à la corde aérodynamique de référence (MAC, Mean Aerodynamic Chord). L'origine des stations est à 90 pouces (2,30 m) en avant du nez du fuselage (station 90), celle de la corde de référence à la station 1 258 avec une longueur de 327,8 pouces (8,33 m). Le centrage était dans les limites autorisées. Au chargement à Johannesburg il était de 16 % MAC, soit à la station 1 312. Au moment de l'accident, il était de 22,2 % MAC soit à la station 1 331, c'est-à-dire 73 pouces (1,85 m) en arrière de l'origine de la corde de référence (station 1 258).



1-6-3- Entretien

1-6-3-1- Entretien général

L'avion avait été livré neuf par Boeing. L'entretien était assuré par Air France Maintenance. Aucune opération d'entretien n'avait concerné la structure supportant les coffres à bagages jusqu'au jour de l'accident. La dernière visite périodique de type C (C01) avait été effectuée du 27 au 31 août 1996.

Des pannes de la chaîne radar météorologique avaient été consignées sur les comptes rendus matériels (CRM) précédant le vol de l'événement. Aucun autre défaut en relation avec l'accident n'apparaît sur ces documents.

1-6-3-2- Entretien à l'escale de Johannesburg

En escale, l'entretien est assuré par un mécanicien d'escale qui, éventuellement, accompagne l'avion lors des dessertes locales ("bretelles"). Quand il n'y a pas de mécanicien d'escale, des accords sont conclus avec des compagnies assistantes.

L'entretien courant des avions d'Air France en escale à Johannesburg est assuré dans le cadre d'un accord cadre avec South African Airways. C'est le service FOAM de cette compagnie qui réalise les opérations de maintenance à la demande du mécanicien d'Air France ou en son absence.

La fourniture d'équipements n'est pas assurée dans le cadre de cet accord. Cependant l'emprunt d'équipements de rechange peut être envisagé "hors pool".

1-6-4- Radar météorologique de bord

L'avion possédait les équipements réglementairement nécessaires au vol, dont un radar météorologique installé dans le nez de l'appareil et protégé par un radôme en matériau composite. Celui-ci est équipé de bandes métalliques longitudinales qui protègent l'ensemble du foudroiement.

1-6-4-1- Description

Le radar de bord était un radar Doppler COLLINS WXR-700X. Cet ensemble est équipé d'un émetteur en bande X de fréquence 9,33 GHz (5,44 GHz en bande C), soit 3,2 cm de longueur d'onde. Il nécessite une puissance de crête de 135 W (200 W en bande C). Tous les composants actifs sont doublés. Seule la partie mécanique de l'antenne est commune aux deux ensembles émetteurs-récepteurs.

L'installation comprend :

- deux émetteurs-récepteurs en soute électronique ;
- une boîte de commande sur le pylône en poste de pilotage ;
- une antenne plate de 28 pouces (environ 71 cm) ;
- une unité de motorisation d'antenne en azimut et en site à fonctionnements séparés.

L'image radar est présentée sur les écrans de navigation (ND), en superposition avec les informations existantes.

En cas d'anomalie de fonctionnement, un message est affiché :

MESSAGE	LOCALISATION-DEFAUT	CONSEQUENCE
WXFR FAIL	EMETTEUR RECEPTEUR, ANTENNE OU BOITE DE COMMANDE	PERTE DE L'IMAGE
WXR RANGE DISAGREE	COMPARAISON ECHELLE BOITE DE COMMANDE EFIS ET EMETTEUR RECEPTEUR	
MAP/WXR RANGE DISAGREE	COMPARAISON ECHELLE BOITE DE COMMANDE EFIS, EMETTEUR RECEPTEUR ET FMS	
WXR WEAK	PERTE DE CONTROLE AUTOMATIQUE DU GAIN	IMAGE NON PERDUE
WXR ATT	STABILISATION ANTENNE	
RSTR INOP	TEMPERATURE ND > 110°C	PERTE IMAGE APRES 30 SEC.

1-6-4-2- Renseignements sur l'équipement monté sur le F-GITF

A la date de l'accident, les caractéristiques du radar de bord étaient les suivantes :

- *Une antenne plate COLLINS :*
 - type : 622-5137-001, S/N 3510
 - type de gestion : "testable"
 - politique d'entretien : "condition monitoring"⁴
 - montage sur l'avion : livrée avec l'avion neuf.

- *Une motorisation d'antenne COLLINS*
 - type : 622-5136-202, S/N 2227
 - type de gestion : révisable
 - politique d'entretien : "condition monitoring"
 - montage sur l'avion : 31 mai 1993
 - dernière révision générale (RG) : 6 juillet 1991
 - dernière intervention : 26 avril 1993
 - temps de fonctionnement depuis dernière révision générale : 20 335 heures
 - temps de fonctionnement depuis la dernière intervention : 14 165 heures.

- *Deux ensembles émetteurs-récepteurs COLLINS :*
 - type : 622-5132-130, S/N 4518 et 5645
 - type de gestion : révisable
 - politique d'entretien : "condition monitoring".

	montage sur le F-GITF	dernière RG	dernière intervention	temps de fonctionnement	
				depuis livraison	depuis dernière intervention
S/N 4518	18 avril 1996	20 mars 1990	2 avril 1996	13 740 h	1 960 h
S/N 5645	8 nov.1992	10 janv. 1992	17 août 1992	17 289 h	16 509 h

- *Robinet guide d'ondes TRANSCO :*
 - type : 33 D01300-3, S/N 684
 - type de gestion : réparable
 - politique d'entretien : "condition monitoring"
 - montage sur l'avion : 9 novembre 1992.

⁴ Le "condition monitoring" s'applique à des systèmes doublés ou à des systèmes uniques pour lesquels un défaut de fonctionnement ou une panne sont considérés comme sans incidence sur la sécurité. Aucun entretien préventif n'est effectué. Ces systèmes font l'objet d'une vérification régulière de fiabilité basée sur un suivi statistique (par exemple en moyenne une panne toutes les x heures de vol).

- *Boîte de commande radar COLLINS :*

- type : 622-5130-114, S/N 1934
- type de gestion : révisable
- politique d'entretien : "condition monitoring"
- montage sur l'avion : 10 mai 1996
- dernière révision générale : 1er juillet 1991
- dernière intervention : 24 juin 1993
- temps de fonctionnement depuis livraison : 7 495 heures
- temps de fonctionnement depuis dernière intervention : 1 635 heures.

1-6-5- Aménagement de la cabine

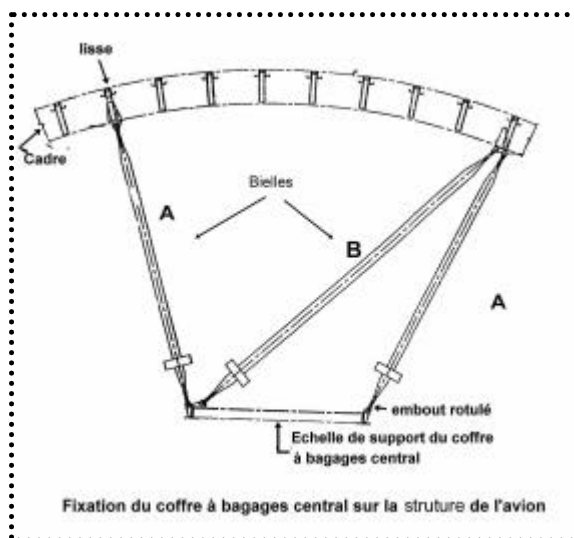
Le pont supérieur et la zone A sont équipés de deux rangées latérales de coffres à bagages. Les zones B,C, D et E de la cabine sont équipées de quatre rangées de coffres à bagages, une double rangée centrale et deux rangées latérales. La double rangée centrale est fixée sur une "échelle" reliée à la structure de l'avion au niveau des cadres par un ensemble de trois bielles situées dans le plan des couples, à raison d'un ensemble tous les 2,50 mètres.

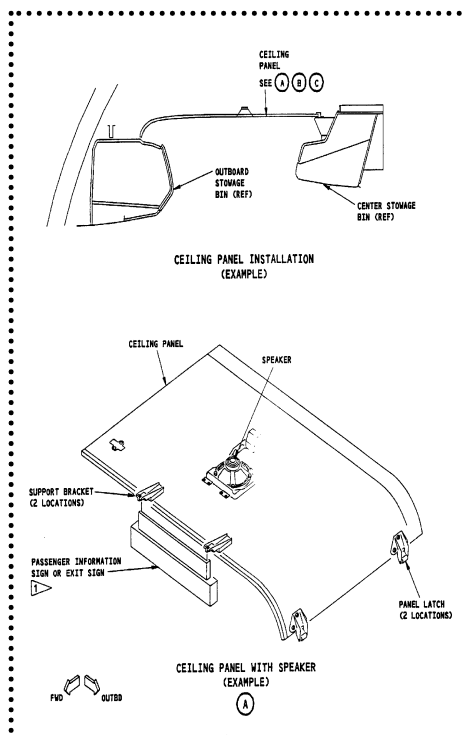
Chaque ensemble de trois bielles comprend :

- deux bielles de type "A" symétriques, de chaque côté de la double rangée, qui assurent principalement la stabilité dans le plan vertical ;
- une bielle de type "B" joignant le côté gauche de la double rangée à la structure au-dessus du côté droit (position en diagonale), qui assure principalement la stabilité dans le plan latéral.

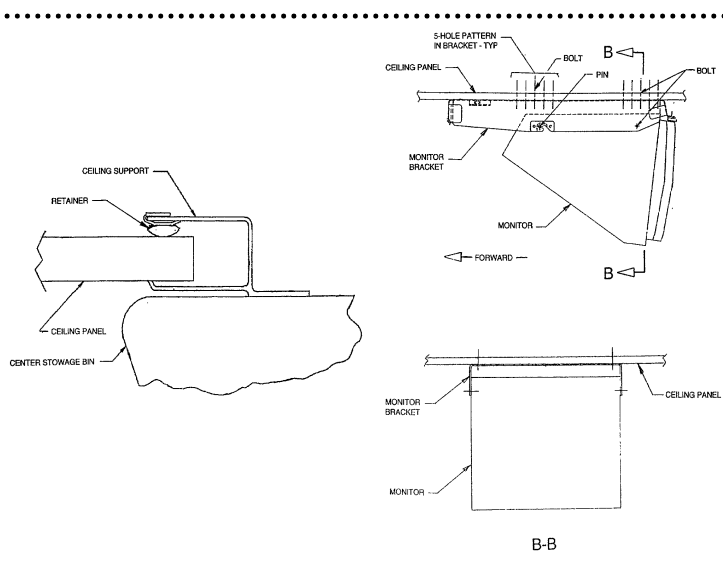
Ces bielles de longueurs différentes sont formées d'un tube d'aluminium et d'un embout rotulé de chaque côté. La longueur de la bielle est réglable par le pas de vis de l'embout rotulé. L'embout rotulé est lié à une chape fixée sur la structure de l'avion en haut et sur l'échelle en bas.

La stabilité de la double rangée de coffres à bagages, selon l'axe longitudinal, est assurée par des contrefiches reliées aux parties hautes des meubles (galleys, toilettes) sur lesquels l'ensemble vient en butée.





Les faux plafonds, constitués de panneaux légers en matériau composite, sont fixés entre les coffres à bagages de la façon



suivante :

Les faux plafonds sont fixés du côté des coffres à bagages latéraux par deux crochets. Du côté des coffres à bagages centraux, ils sont maintenus en place dans une glissière d'environ 28 mm de profondeur.

Ils peuvent être équipés de hauts parleurs, de panneaux lumineux de consignes ou de moniteurs vidéo. Les hauts parleurs et les panneaux lumineux n'augmentent pas significativement le poids des panneaux de faux plafond. En revanche, les ensembles panneaux-moniteurs vidéo pèsent environ 36 kg chacun.

1-7 Renseignements météorologiques

Les informations et documents utilisés proviennent :

- du dossier de vol établi au centre météorologique de Johannesburg ;
- des cartes en surface pointées de Météo France ;
- des images satellitales fournies par Météo France ;
- des radiosondages du 5 septembre à 00 h 00 sur l'Afrique occidentale ;
- des rapports météorologiques sur l'Afrique occidentale fournis par l'ASECNA ;
- des données extraites du dépouillement des FDR et DAR du F-GITF et du QAR du vol RKA 134 qui a décollé de Ouagadougou à 00 h 30.

1-7-1- Généralités sur la mousson africaine

La traversée sud-nord de l'Afrique entre mai et octobre s'effectue à travers la zone de mousson associée aux fluctuations en latitude de l'équateur météorologique⁵. Cette zone de convergence intertropicale (ZCIT) porte aussi le nom de front intertropical (FIT) sur l'Afrique occidentale. En septembre, la zone de mousson est en régression vers l'équateur. Elle s'étend approximativement entre les parallèles 15° sud et 15° nord.

Sur l'Afrique occidentale la mousson est souvent caractérisée par des ondes d'est. Ce sont de vastes formations nuageuses orageuses, sous forme de lignes de grains violents, associées à des dépressions relatives s'étendant sur plusieurs degrés de latitude et de longitude. Elles se développent entre la République Centre Africaine et le Cameroun et se déplacent dans le courant d'est d'altitude, traversant toute l'Afrique occidentale jusqu'à la Guinée et le Sénégal. Des tornades sont souvent rencontrées dans de telles situations. Ces phénomènes d'échelle réduite, de quelques centaines de mètres de diamètre, se forment au voisinage des lignes de grains et sont issus généralement de cumulonimbus particulièrement développés.

L'activité des ondes d'est, comme généralement celle de tous les foyers orageux de la zone de mousson, est soumise à la variation diurne⁶ :

- extension des formations nuageuses entre 12 et 18 heures ;
- activité orageuse maximale atteinte entre 21 et 03 heures ;
- affaiblissement de l'instabilité de 03 à 09 heures.

Compte tenu de l'humidité et de la température de l'air, en particulier entre le sol et les couches moyennes de l'atmosphère, les foyers orageux peuvent atteindre des dimensions horizontales de plusieurs centaines de kilomètres et des extensions verticales considérables. Les sommets dépassent souvent 15 000 m (50 000 pieds) et peuvent s'élever au-delà de la tropopause.

1-7-2- Situation générale sur l'Afrique du 4 au 5 septembre

La situation météorologique au-dessus de l'Afrique occidentale et les conditions associées ont été établies à partir des données des observations de surface et d'altitude disponibles (annexes 4 et 5). Les données des vols RKA 134 et AFR 437 et les images satellitales ont permis de reconstituer la structure de l'atmosphère.

⁵ L'équateur météorologique, par analogie avec l'équateur géographique, est le nom qui a été donné à la zone de convergence intertropicale tout autour du globe quand furent mises en évidence, au cours des années 1970, les variations climatiques à grande échelle et inter annuelles associées aux fluctuations de cette ZCIT (interaction océan-atmosphère).

⁶ Les intervalles horaires qui suivent figurent à titre indicatif et se réfèrent à l'heure locale.

1-7-2-1- Situation en altitude le 5 septembre 1996 à 00 h 00

- *Niveaux 340 (250 hPa) et 300 (300 hPa)*

Dans l'hémisphère sud, la ceinture de hautes pressions subtropicales est axée le long du parallèle 5° de l'océan Indien à l'Afrique et le long du 10° vers l'océan Atlantique.

Dans l'hémisphère nord, les hautes pressions s'étendent sur l'ensemble de la zone de savane et du désert saharien et sur le sud de la péninsule arabique.

Un courant d'est à nord-est faible à modéré (10 à 20 kt) prédomine entre ces deux zones anticycloniques.

- *Niveau 180 (500 hPa)*

De l'équateur au 20° nord, un thalweg marqué s'étend du Nigeria au Niger. Les vents de secteur est à nord-est, faibles en général, se renforcent à 40-45 kt sur la partie nord du thalweg.

- *Niveaux 100 (700 hPa) et 50 (850 hPa)*

De l'équateur au 20° nord les conditions sont les suivantes :

- à 700 hPa on retrouve un thalweg caractérisé dans sa partie nord par des vents de 30 à 35 kt de secteur est ;
- à 850 hPa, un minimum dépressionnaire associé à un minimum thermique relatif intéresse les régions s'étendant du sud du Mali à la Côte d'Ivoire et du Ghana au sud du Niger.

- *Conditions de vent et températures sur la route Accra - Ouagadougou*

- FL 350 : 080 à 060° / 40 puis 30 kt, entre -41 °C et -45 °C ;
- FL 300 : 060 à 020° / 25 puis 15 kt, -32 °C ;
- FL 180 : 070 à 040° / 10 à 20 kt, -7 °C ;
- FL 100 : 310 à 360° / 10 à 20 kt, +12 °C, devenant variable faible avec +5 °C, puis 080° / 45 à 60 kt, +7 °C.

1-7-2-2- Situation en surface

Une zone à faible gradient caractérisée par des masses d'air sec s'étend des régions de l'Afrique du sud au parallèle 10° sud, entre les deux anticyclones des océans Indien et Atlantique.

Au nord, sur l'Afrique orientale et l'Afrique centrale, jusqu'au parallèle 15° nord, la situation générale est caractérisée par un marais barométrique avec développement de foyers orageux entre l'après-midi du 4 et la nuit suivante.

Sur l'Afrique occidentale, de l'équateur au parallèle 20° nord et du Nigeria à la Guinée, la situation de marais barométrique est caractérisée par la présence de trois minimums. L'un est centré à 12 heures sur le Nigeria (1004 hPa). Le second, sur l'ouest du Niger (1005 hPa), est associé au front intertropical. Le troisième, sur le Sahara, demeure quasiment stationnaire.

A 18 heures le minimum du Niger s'est creusé à 1002 hPa en se déplaçant et en s'étendant vers l'ouest jusqu'au Mali. La dépression du Nigeria s'est étendue légèrement vers le nord en même temps que le champ de pression faiblissait sur sa face occidentale. Sur ces zones, des orages locaux sont observés dans l'intérieur et des pluies intermittentes sur la bande côtière.

Le 5 septembre à 00 h 00 le champ de pression a augmenté sur le Nigeria. La dépression, se déplaçant rapidement vers l'ouest, est centrée à 1004 hPa environ sur le Burkina-Faso. L'autre minimum s'est comblé à 1007 hPa et n'intéresse plus que le sud du Mali. Des orages, parfois violents, sont observés sur ces régions.

L'onde d'est associée au minimum mobile centré sur le Nigeria à 12 heures s'est développée tout au long de l'après-midi et de la soirée pour atteindre son maximum d'activité entre 21 h et 03 h, se déplaçant de Niamey vers Ouagadougou puis Bobo-Dioulasso et Bamako. La zone orageuse qui a traversé Ouagadougou a pris l'allure d'une tornade.

1-7-3- Analyse de l'imagerie satellitale de l'Afrique subtropicale

Les images satellitales de l'Afrique subtropicale dans le spectre visible et l'infrarouge du 4 septembre à 03 heures au 5 septembre à 06 heures ont été examinées, généralement par pas de trois heures (annexe 5). Dans l'infrarouge, l'analyse spectrale permet de déterminer les températures des sommets des nuages. Les températures sont comparées aux données des radiosondages réalisés au-dessus des régions concernées, ce qui permet de déterminer l'altitude des sommets.

1-7-3-1- Evolution de la mousson sur l'Afrique centrale

Le 4 septembre entre 03 et 12 heures, des zones orageuses bien distinctes persistent du nord-est du bassin du Congo au Soudan. A partir de 15 heures l'instabilité orageuse se développe sur tout le territoire s'étendant du sud-ouest de l'Arabie au Soudan et, d'une façon discontinue, sur le sud-est du bassin du Congo et le sud-est du Cameroun.

De 18 à 21 heures, le développement des masses nuageuses s'étend vers l'ouest sur le sud-est du Tchad où l'activité maximale semble être atteinte. Le déplacement de ces masses nuageuses en voie d'émiettement se poursuit vers l'ouest jusqu'au sud du Tchad et le nord du Cameroun jusque vers deux heures le 5 septembre.

A partir de ce moment quelques résidus persistent sur le nord du Cameroun et le sud du bassin du Congo, l'activité orageuse demeurant concentrée sur le Soudan.

1-7-3-2- Evolution de la mousson sur l'Afrique occidentale

Le 4 septembre de 03 à 12 heures une vaste masse nuageuse, s'étendant sur l'ouest de l'Afrique subtropicale, évolue vers l'océan Atlantique en se désagréant.

A partir de 18 heures des foyers orageux de petites dimensions naissent un peu partout sur le sud du Mali, le Sénégal, la Guinée et la Côte d'Ivoire. Ils se désagrègent à partir de 23 h 30 et seule une zone orageuse persiste sur le Sénégal.

Cette évolution sur l'ouest est en partie commandée par une onde d'est qui va balayer l'Afrique occidentale. Elle a pris naissance sur la chaîne montagneuse entre le Cameroun et le Nigeria dans la nuit du 3 au 4. Le 4 entre trois et neuf heures, elle a commencé à se déplacer vers l'ouest à la vitesse de 25 kt. Entre neuf heures et midi on remarque un affaiblissement marqué de son activité alors qu'elle poursuit sa route vers l'ouest, sa limite occidentale étant à 60 NM du Bénin.

A partir de midi on assiste à un développement rapide de la masse nuageuse instable dont les dimensions vont croître jusqu'au 5 à trois heures pour atteindre plus de 400 NM de diamètre et une extension verticale, caractérisée par une température au sommet des nuages comprise entre -55 et -70 °C, ce qui correspond à des sommets moyens variant de 12 000 à 14 000 mètres. Dès 21 heures une chaîne de noyaux denses atteste la présence de sommets atteignant ou dépassant 15 000 m (-80 à -81 °C). Il s'agit d'une véritable barrière de cumulonimbus de 80 NM de largeur, s'étendant sur près de 250 NM du nord au sud. A 21 h, elle est axée sur la moitié ouest de l'onde. Dès le 5 à 02 heures, bien que les dimensions de l'onde continuent à croître, celles de la barrière centrale de cumulonimbus de sommets supérieurs à 15 000 m diminuent fortement et à 03 heures il n'en reste plus qu'un noyau d'environ 50 NM de diamètre qui passe au sud-ouest de Ouagadougou alors que le centre de l'onde s'en situe encore à 60 NM à l'est.

De trois à six heures l'activité de l'onde d'est commence à diminuer et ses dimensions sont en régression. Dans l'intervalle sa vitesse de déplacement vers l'ouest semble avoir augmenté à 60 kt.

1-7-3-3- Situation de l'onde d'est au moment de l'événement

On ne dispose pas des images de 00 h 00 et de 00 h 30 pour le 5 septembre. Les plus proches du moment de l'événement sont celles du 4 à 23 h 30 et du 5 à 02 heures. Compte tenu de l'évolution régulière de l'onde d'est, l'interpolation entre ces deux images permet de la situer à 00 h 20 :

- le centre de la zone orageuse se situe au sud-sud-ouest de Niamey ;
- la barrière centrale de cumulonimbus s'étend au maximum entre 10° N et 14° N et sa bordure ouest tangente le méridien 0°, à l'est de Ouagadougou.

A 00 h 20 la barrière de cumulonimbus se situe à 60 NM environ à l'est du terrain de Ouagadougou, l'AFR 437 étant à 35 NM DME au sud. La masse nuageuse liée à l'onde, surmontée de nuages cirriformes, s'étend à plus de 150 NM à l'ouest de Ouagadougou, avec des sommets s'étageant de 9 500 m (-33 °C) à 11 500 m (-49 °C) de l'extérieur vers l'intérieur de l'onde.

A 00 h 24, quand l'avion passe par le travers ouest de Ouagadougou à la distance de 6,3 NM DME, les sommets atteignent 11 500 à 12 500 m (-57 °C).

1-7-4- Conditions atmosphériques rencontrées en vol

Sur la première partie du trajet, jusqu'au nord de Luanda, l'avion vole en ciel clair, le vent et la température sont conformes aux valeurs fournies dans le plan de vol.

Au-dessus de l'océan, l'avion pénètre dans la zone de mousson régnant sur l'Afrique occidentale. Sur mer et sur la côte son activité est faible, marquée par des bancs d'altocumulus et d'altostratus de sommets limités à 5 000 m, doublés de stratocumulus. Des pluies intermittentes se produisent avec formation de bancs de stratus. Au niveau 350, le vent est d'est-nord-est de force 35 à 40 kt et la température est d'environ -41 °C.

Dans l'intérieur du continent, sur la route sud-nord empruntée par l'avion, la masse nuageuse instable de l'onde associée à la dépression du Niger se déplace vers l'ouest, touchant Tamale vers 21 heures par sa bordure sud-ouest. Une marge étroite d'altocumulus-altostratus laisse rapidement place à une vaste zone de nuages denses à tous niveaux avec cumulonimbus noyés dans la masse.

Les caractéristiques de cette zone dense au sein de l'onde d'est sont les suivantes :

- forme quasi-circulaire de 450 NM de diamètre ;
- sommets moyens : 12 500 à 13 000 m (40 000 à 42 000 pieds), - 60 à - 65 °C ;
- sommets maximaux, localisés sur la partie ouest de l'onde : 14 500 m (47 000 pieds) à plus de 15 000 m (50 000 pieds), - 75 °C à - 80 °C ;
- tropopause : 15 500 m à 16 000 m (50 800 à 52 500 pieds), - 81 °C ;
- turbulences extrêmes de la base jusque vers 13 000 m (43 000 pieds) ;
- vitesse de déplacement vers l'ouest : environ 50 kt ;
- vents et températures au niveau 350 :
 - au sud, 060 à 090°/20 à 30 kt rafales 50 kt, -42 puis -45 °C,
 - au nord tournant rapidement à 360° faiblissant vers 15 kt, température s'élevant à -42 °C puis -38 à -35 °C.

Dans le nord de la FIR d'Accra et dans l'ouest de la FIR de Niamey, l'avion vole en bordure ouest de la zone d'activité extrême, dans la partie où les sommets sont de l'ordre de 12 000 m (40 000 pieds).

Plus au nord, jusqu'au FIT, après avoir traversé cette zone il survole une région peu nuageuse avec quelques développements cumuliformes jusqu'à 6 000 m (20 000 pieds). Le vent est alors d'ouest 10 à 20 kt et la température de - 39 °C.

Au-dessus de l'Algérie puis de la Méditerranée, le vol s'effectue dans des conditions sans différences significatives avec les prévisions fournies dans le dossier de vol.

1-7-5- Préparation météorologique du vol

1-7-5-1- Dossier de vol initial

Le dossier météorologique a été préparé par le Meteorological Office de l'aéroport de Johannesburg. Il était à la disposition de l'escale à partir de 15 heures le 4 septembre, d'après l'heure portée sur le dossier. Il comprenait :

- une carte de temps significatif TEMSI (annexe 3) valable au-dessus du niveau 240 pour le 5 septembre à 00 h 00, couvrant les deux hémisphères de 125° W à 130° E ; cette carte avait été établie par le Service météorologique national, à Pretoria ;
- les cartes de vents et températures sur le domaine Europe Afrique Océan Indien (EURAFI) valables pour le 5 septembre à 00 h 00 aux niveaux 180, 300, 340, 390 et 450 ; ces cartes avaient été établies par le centre mondial de prévision de zone⁷ de Bracknell (U.K.) ;
- les prévisions d'atterrissage de type TAF des aérodromes internationaux des pays situés sur la route directe de Johannesburg à Paris (ainsi que de quelques autres pays) valables entre 12 ou 18 heures le 4 et 12 heures le 5.

Le plan de vol, préparé par l'agent d'opérations, a été établi sur le système OCTAVE. Il était disponible à 15 h 15. Comme pour tout plan de vol Air France de ce type, les paramètres vent et température sont associés aux points de report et niveaux de vol envisagés ainsi qu'à la tropopause. A ces niveaux figurent également des coefficients de turbulence, propres à Air France et calculés par le système OCTAVE à partir d'une formule mathématique théorique (cf. § 1-16-3).

Le dossier météorologique a été complété avec les METAR, TAF et SIGMET sélectionnés par l'agent d'opérations sur le système SAGE, banque de données d'Air France. Les messages couvraient la route standard à suivre et les déagements à l'arrivée. Les METAR les plus récents dataient du 4 à 14 heures. Il n'y avait aucun SIGMET en cours de validité pour cette route.

Parmi les TAF inclus dans le dossier du centre de Johannesburg ou issus du système SAGE, aucun ne concernait des aérodromes au Ghana, au Niger, au

⁷ CMPZ ou WAFC : World Area Forecast Centre.

Burkina Faso ou au Mali. Sur la liste du centre météorologique figuraient les terrains côtiers d'Abidjan (Côte d'Ivoire) et de Lomé (Togo).

1-7-5-2- Etude d'un nouveau plan de vol

Le TEMSI remis avec le dossier de vol faisait apparaître une vaste zone nuageuse avec cumulonimbus noyés dans la masse qui barrait la route directe depuis le golfe de Guinée jusqu'à la péninsule arabique sur une profondeur de 600 à 900 NM. Une autre zone nuageuse, également avec des cumulonimbus noyés dans la masse, était prévue sur la région s'étendant de la Côte d'Ivoire au Sénégal et à la Mauritanie. Aucune zone nuageuse n'était schématisée entre l'ouest du Nigeria et la Côte d'Ivoire. Ce couloir faisait environ 5° de largeur (002° 30' E à 002° 30' W), entre 10 et 15° N. La position du front intertropical n'était pas schématisée sur ce document.

Après son contact avec le commandant de bord, le responsable du centre de Dispatch d'Air France a recherché le TEMSI EURAFI du CRPZ de Toulouse afin de mieux comprendre la raison de la demande d'un nouveau routage : ce TEMSI prévoyait un "couloir" similaire dépourvu de masse nuageuse, plus large et légèrement décalé vers l'ouest (0° à 8° W)⁸, Accra étant en limite (longitude 000°10' W). La position du FIT était prévue. Sur la route directe, ce TEMSI présentait des zones d'activité orageuse moins compactes que sur le document remis à l'équipage. Les services de Météo France de Roissy ou de Toulouse n'ont pas été consultés.

Le nouveau plan de vol par Luanda - Sao Tome - Accra - Ouagadougou - Gao intégrait les paramètres météorologiques de vent et température aux niveaux envisagés sur la nouvelle route ainsi que les coefficients de turbulence calculés. Ces derniers atteignaient une valeur modérée de 4 au niveau 310 au-dessus de l'Angola, ensuite de 3 et parfois de 2 du niveau 310 au niveau 350 jusqu'au nord d'Accra, puis faible (1 - 2) jusqu'à Gao et nulle à faible jusqu'à Montélimar entre les niveaux 370 et 390.

Le dossier météorologique initial a été annexé au nouveau plan de vol. Aucune nouvelle sélection de METAR, TAF ou SIGMET n'a été faite sur le système SAGE. Aucune information complémentaire n'a été demandée au centre météorologique.

Quand l'équipage a demandé à l'agent d'opérations si un nouveau TEMSI était disponible et s'il était possible d'avoir une image de satellite, ce dernier a répondu par la négative, sans prendre contact avec le centre météorologique. L'équipage ne s'est pas rendu et n'a pas téléphoné au centre météorologique.

L'enquête a permis d'établir qu'il n'y avait pas de SIGMET en cours de validité au-dessus de l'Afrique occidentale au moment de la préparation du vol. Aucun SIGMET n'a été élaboré dans la soirée ou la nuit pour cette région.

⁸ L'étude des modèles de prévisions numériques du 4 à 00 h, issus du calculateur du SCEM de Toulouse, a montré que le prévisionniste du CRPZ en avait suivi le schéma pour élaborer le TEMSI valable le 5 à 00 h, de même que pour celui valable le 5 à 06 h. Ces prévisions numériques ne reflétaient pas la réalité de l'évolution de la situation météorologique sur l'Afrique occidentale depuis le 4 à 12 h.

1-7-6- Renseignements météorologiques demandés en vol

A environ 400 NM d'Accra, l'équipage a interrogé l'ACARS pour demander des prévisions d'atterrissage sur la route. Il a reçu les TAF suivants :

- à 22h48

Accra 0606, "TAF 24H ENCORE VALIDE" :

DGAA 040400Z 040606 22003KT 9999 BKN011 BKN120 PROB10 TEMPO
-RA SCT006 BECMG 1013 19010KT BECMG 2022 21005KT =

Lomé 1818, "TAF 24H ENCORE VALIDE" :

DXXX 041600Z 041818 22010KT 9999 SCT013 FM 2200 26004KT SCT010
TEMPO 00000KT RA BKN010 BECMG 0709 22006KT SCT013 BECMG 1416
22010KT SCT015 =

- à 22h51

Abidjan 0606, "TAF 24H ENCORE VALIDE" :

DIAP 040400Z 040606 25008KT 9999 SCT013 BKN100 PROB30 TEMPO
1018 -RA FEW008 SCT010 BKN100 FM2200 VRB03KT SCT013 BKN100
BECMG 0406 8000 DZ FEW006 SCT012 BKN100 =

Ouagadougou 1818, "TAF 24H ENCORE VALIDE" :

DDFD 041600Z 041818 24006KT 9999 SCT023 SCT026 BKN266 PROB30
TEMPO 2406 12015G26KT 5000 TSRA FEW016 SCT030CB OVC110 =

Lagos 1212, "TAF 24H ENCORE VALIDE" :

DNMM 041000Z 1212 18010 9999 BKN013 TEMPO 8000 RA BECMG 1820
VRB04 8000 SCT010 BKN100 PROB30 TEMPO 0307 6000 RA BKN008 FM09
21010 9999 BKN013 =

- à 23h02

Niamey 1818, "TAF 24H ENCORE VALIDE" :

DRRN 041630Z 041818 26012KT 9999 BKN300 TEMPO 2204 TS SCT040
SCT050CB BKN130 PROB30 2302 10015G30KT 3000 TSRA SCT050CB
BKN120 BECMG 0612 CAVOK =

Le TAF de Niamey comportait une prévision d'orage sans précipitations et une probabilité de 30 %⁹ avec précipitations et fortes rafales de vent. Celui de Ouagadougou comportait également cette probabilité.

Aux environs de Tamale, vers zéro heure, lors du contact avec le contrôle de Ouagadougou, l'information suivante a été communiquée à l'équipage : orage et cumulonimbus à l'est et au nord-est du terrain. On peut noter que "la dernière de Ouaga à 23 h 58" ne correspond pas au METAR de 00 h 00.

⁹ Dans le code international, l'échelle comporte deux seuils : 30 %, modérée, et 40 %, forte. En termes de prévision météorologique, à moins de 30 % la probabilité est faible et considérée comme négligeable, au-dessus de 40 % elle est considérée comme une quasi-certitude.

Après l'événement, l'équipage a rapporté s'être informé auprès d'Alger des conditions observées à Tunis, Marseille et Alger. Les annotations suivantes figurent sur le suivi de vol :

- "Tunis : 280/08 8 km 8/7 1012" (280°/8 kt, 8 km, 8 °C/7 °C, QNH 1012 hPa)
- ? " 8/7 10 km 320/12" (8 °C/7 °C, 10 km, 320°/12 kt)
- "MRS : 140/4 OK - 15/12 1013" (140°/4 kt, 15 °C/12 °C, QNH 1013 hPa)
- "ALR : 000 >10 St 10.000 19/18 101" (calme, visi. sup. à 10 km, SCT [scattered et non stratus] 10 000 pieds, 19 °C/18 °C, QNH 101? hPa)

Après la décision de déroutement, l'équipage a interrogé l'ACARS à 03 h 13 afin d'obtenir les METAR de trois heures de Paris-CDG, Marseille et Montpellier :

- LFPG : 050300Z 01007KT 7000 FEW 006 11/10 Q1018 NOSIG =
- LFML : 050300Z 16004KT CAVOK 15/12 Q1013 NOSIG =
- LFMT : 050300Z 33003KT CAVOK 14/11 Q 1013 NOSIG =

1-7-7- Autres renseignements disponibles en vol

Les conditions météorologiques qui sévissaient sur Ouagadougou avant 00 h 00 avaient amené la VMA (veille météorologique aéronautique) à émettre des messages spéciaux (SPECI) pour signaler les changements significatifs. Ces messages ont été diffusés à l'attention des correspondants aéronautiques de la VMA, les centres de contrôle de Ouagadougou et de Niamey en particulier :

- à 23h47 :

SPECI DFFD 2347Z 08028G51KT 3000 SQ FEW020 FEW040CB SCT130
SCT260 27/23 Q1011 TEMPO TSRA =

- à 23h50 :

SPECI DFFD 2350Z 07038G51KT 3000 TSRA FEW020 FEW040CB SCT130
24/19 Q1014 NOSIG =

- à 00h00 :

METAR DFFD 0000Z 07030G51KT 3000 TSRA SCT020 SCT030CB 22/19
Q1015 NOSIG =

- à 00h30 :

METAR DFFD 0030Z 10021KT 3000 TSRA SCT020 SCT030CB 20/20 Q1014
NOSIG=

L'équipage n'en a pas eu connaissance.

1-8 Aides à la navigation

La traversée de l'Afrique s'effectue pratiquement sans moyens d'aide au sol à l'exception de quelques VOR/DME installés sur de grands terrains. Les avions sont généralement équipés d'aides à la navigation autonomes.

Les aides à la navigation sur la route suivie par le vol AFR 437 n'ont fait l'objet d'aucune remarque particulière. Sur le tronçon Accra - Gao en particulier, aucun dysfonctionnement n'a été mis en évidence :

- Accra : VOR/DME "ACC" 113,1 MHz,
- Ouagadougou : VOR/DME "OG" 112,9 MHz,
- Gao : VOR "GAO" 112,3 MHz.

Aucun radar de circulation aérienne ne couvre la route Accra - Ouagadougou - Gao.

1-9 Télécommunications

1-9-1- Vol RKA 134 au sol et Tour de Ouagadougou

A 00 h 00 le vol Air Afrique RKA 134 était bloqué sur le terrain de Ouagadougou pour raisons météorologiques. On dispose de la transcription de ses communications avec la Tour entre 00 h 09 et 00 h 33 (annexe 6).

L'équipage utilise le radar météorologique de bord pour informer le contrôleur de l'évolution des échos de précipitations. Ainsi à 00 h 14 min 45 :

- Tour : "*qu'est-ce que ça donne sur votre radar là ?*"
- RKA 134 : "*... il n'a plus l'air de tellement bouger, il a l'air de rester stationnaire...*"

De son côté, le contrôleur communique régulièrement la direction et la vitesse du vent. Entre 00 h 15 et 00 h 19, il est occupé sur la fréquence approche avec l'AFR 437. Il revient ensuite sur la fréquence tour : "*RKA 134, excusez-moi, j'étais sur une autre fréquence. Le vent 100 degrés 20 nœuds*".

Il autorise le décollage à 00 h 28 min 51, le vent est "*90 degrés 21 nœuds*".

1-9-2- Vol AFR 437 : généralités sur les télécommunications

L'AFR 437 volait dans la FIR d'Accra depuis Sao Tome. Après le point de report KEVSA il passe le point MODLI d'entrée de la TMA d'Accra, survolée entre 23 h 30 et 23 h 50. Les transcriptions des radiocommunications avec les centres de contrôle d'Accra et de Tamale n'ont pas été demandées. L'équipage a communiqué également sur la fréquence de veille 126,9 MHz jusqu'au-dessus de l'Algérie, pour

se signaler aux autres avions ou pour établir des contacts, en particulier avec les vols RKA 232 et DLH 565. Cette fréquence n'est pas enregistrée.

Après Tamale, le vol AFR 437 a été successivement en contact avec les organismes du contrôle suivants (annexe 6) :

- contrôle d'approche de Ouagadougou (pour la traversée de la TMA) sur 120,30 MHz, de 00 h 17 à 00 h 36 ;
- contrôle régional de Niamey sur 131,30 MHz entre 00 h 42 et 00 h 57 ;
- Niamey Info et Alger Info sur la fréquence HF commune 8894 kHz, de 01 h 25 à 01 h 32 (double transcription incomplète) ;
- contrôle régional d'Alger sur 127,30 MHz de 03 h 15 à 03 h 45 ;
- contrôle régional Sud-Est (Marseille Contrôle) sur 133,425 MHz puis 133,325 MHz, de 03 h 45 à 04 h 08 ;
- approche de Marseille sur 120,20 MHz de 04 h 08 à 04 h 35 puis fréquence Sol 121,90 MHz jusqu'à 04 h 40.

Les radiocommunications VHF ont été généralement de bonne qualité et ont permis des transcriptions précises. La fréquence HF 8894 kHz a présenté des problèmes de réception et de compréhension entre les vols et les centres de Niamey et d'Alger.

Entre 01 h 20 et 02 heures l'équipage a communiqué par liaison satellite avec le SAMU de Paris et avec le chef d'escale de permanence à Paris-CDG. On ne dispose pas d'enregistrement de ces radiocommunications. Les témoignages ont fourni quelques indications sur la teneur des entretiens.

Les autres enregistrements dont les transcriptions ont été obtenues sont des communications téléphoniques (annexe 7) :

- entre le chef du salle du CRNA Sud-Est à Aix-en-Provence et le chef d'escale de permanence d'Air France à Paris-CDG vers 01 h 52 puis vers 01 h 59,
- entre les CCR d'Alger et d'Aix, à diverses reprises, entre 01 h 53 et 03 h 18,
- entre les services de la circulation aérienne de Marseille et le CCR d'Aix, le CODIS, le chef d'escale Air France à Marseille puis avec le SSIS, le poste de commandement d'exploitation et le bureau de piste entre 03 h 15 et 04 h 24.

1-9-2-1- Centre de contrôle d'approche de Ouagadougou

Le vol AFR 437 contacte Ouagadougou Approche à 00 h 17 min 25. L'information sur l'orage et les cumulonimbus situés à l'est et au nord-est du terrain lui est communiquée entre 00 h 18 min 24 et 00 h 19 min 03, moment où le l'équipage collationne.

A 00 h 25 min 09, l'AFR 437 annonce avoir passé la verticale de Ouagadougou et être prêt à "*monter au niveau 3-7-0*". Le contrôleur l'y autorise à 00 h 25 min 17. L'équipage ne collationne pas.

Par quatre fois, le contrôleur appelle : *"AFR 437, Ouagadougou ?"*. L'AFR 437 répond à 00 h 25 min 56, le contrôleur lui demande de monter au niveau 370 et de rappeler en atteignant Gulim (radial 025° à 70 NM DME de OG). Au cours de la minute qui suit, l'équipage ne répond pas directement aux questions ou aux instructions du contrôleur.

A 00 h 31 min 04, l'AFR 437 annonce que *"le radar météo est tombé en panne"*. Le contrôleur lui demandant s'il est *"stable au 3-7-0"*, il répond *"négatif"* et qu'il souhaite *"rester encore cinq minutes au 3-5-0"*. Le contrôleur l'y autorise et l'informe du trafic RKA 134 qui a décollé de Ouagadougou et *"fera la même route"* au niveau 330.

Sur demande du contrôle l'AFR 437 indique à 00 h 35 min 26 qu'il est à *"165 nautiques en route sur GA [Gao], stable au niveau 350"*. Sur nouvelle instruction de monter au FL 370, *"parce que le 3-5-0 n'est pas approprié pour la route"*, l'équipage répond : *"OK ! nous libérons 3-5-0 pour 3-7-0 dès maintenant, AFR 4-37"*.

1-9-2-2- Centre de contrôle régional de Niamey

L'AFR 437 passe sur la fréquence de Niamey à 00 h 36. Par deux fois il appelle le contrôle puis est relayé par le vol RKA 232. Le contact est établi entre 00 h 42 et 00 h 43. L'AFR 437 annonce qu'il a eu *"des problèmes spéciaux suite à forte turbulence en vol"*, puis suivent des mots incompréhensibles à l'écoute, se terminant par *"commandes de vol"*. Il annonce ensuite qu'il est *"actuellement au niveau de vol 350"* et aimerait *"maintenir le... ce niveau ou descendre de mille pieds maximum"*.

Après avoir reçu les informations demandées sur la route suivie et les estimées, le contrôleur indique que le *"3-5-0 n'est pas bon"* et propose le 370 ou le 330.

C'est vers 00 h 45 que l'AFR 437 annonce qu'il libère le niveau 350 pour le niveau 330 et confirme qu'il rappellera au passage de Gao.

A 01 h 19 le vol GHA 730, un DC-10 de Ghana Airways en route d'Accra vers Gao (annexe 8) informe le contrôle qu'il passe le point PINGO (radial 134° à 100 NM de Ouagadougou) et qu'il s'est déroulé de 15 à 20 milles sur la gauche de la route pour éviter des *"build up"*. Le contrôle demande ses estimées vers Deka, Gao et Mokat. Le GHA 730 commence à les fournir puis s'interrompt pour préciser *"We do decide to avoid a lot of Cb's"*. Sur l'insistance du contrôleur, l'équipage répond en partie puis demande à rappeler plus tard : *"I call you later for..., please"*. Peu après 01 h 20, il annonce *"stand by we are... we have problems, I'll call you later OK?"*. Le contrôleur acquiesce : *"OK"* (fin de la transcription).

Sur le secteur ouest de la FIR de Niamey, dans l'intervalle 23 h 00 - 24 h 00, le contrôleur a géré quatre vols : AFR 7203, SAB 516, RKA 132, BAW 074. Sur le même secteur, de 00 h 00 à deux heures, il a géré six autres trafics : RKA 232, RKA 134, DLH 565, AFR 437, GHA 730 et DTA 006.

1-9-2-3- Centres d'information de vol des CCR de Niamey et Alger

L'AFR 437 n'obtient pas le contact avec Niamey Info sur la fréquence HF commune. Il l'établit avec Alger à 01 h 25. Il lance immédiatement un "MAYDAY", indique qu'il vole au niveau 330 et souhaite *"procéder sur Alger avec un atterrissage à Marseille ensuite"*. Sur demande du contrôle il annonce qu'il a rencontré *"une turbulence très sévère"*, confirme qu'il est en "MAYDAY" et qu'il y a des blessés à bord. Alger tente de contacter Niamey sur la même fréquence, sans résultat. Il autorise le vol 437 *"direct A-L-R"* (Alger) et lui demande son estimée à la verticale d'In Salah : *"02 h 16"*.

Le contrôle l'informe d'un trafic au même niveau, le DLH 565 (annexe 8), dont le passage à la verticale d'In Salah est estimé à 02 h 13.

Alger lance un appel SELCAL au DLH 565 et lui demande s'il peut monter au niveau 370. La réponse est incompréhensible. Il est environ 01 h 29, le contrôle explique que le vol AFR 437 est en *"emergency"* et maintient le niveau 330 : *"I suggest to you to leave three three zero for level three five zero or three one zero, over"*. La réponse est *"illisible"*.

A 01 h 31, le contrôleur autorise par SELCAL le vol AFR 437 à aller directement sur GHA (Ghardaïa). L'AFR 437 collationne (fin de transcription).

1-9-2-4- Centre de contrôle régional d'Alger

Vers 03 h 15, l'AFR 437 contacte le CCR d'Alger. Il s'annonce toujours en "MAYDAY", venant de passer *"travers Bravo Sierra Alpha"* (Bou Saada) au niveau 330, *"en route directe sur Martigues"* pour un atterrissage à Marseille. Au passage de la FIR, il annonce qu'il passe avec Marseille. Il est 03 h 44 min 43.

1-9-2-5- Centre de contrôle régional Sud-Est (Marseille Contrôle)

L'AFR 437 appelle Marseille Contrôle à 03 h 45 min 35, s'annonçant en "MAYDAY". Le contrôle lui demande de maintenir le niveau 330 et d'afficher le code transpondeur 7700 (urgence ou détresse) puis s'enquiert de la prévision de carburant restant à l'atterrissage et du nombre de passagers. L'équipage collationne et, ne trouvant pas les fiches de percée de Marseille, demande au contrôleur de lui fournir les renseignements.

Celui-ci lui demande de passer sur la fréquence "33.32" (133,325 MHz). Le vol est autorisé *"vers le niveau 90 à discrétion"*. Entre 03 h 54 et 03 h 56 le contrôleur fournit les informations pour l'approche et les conditions météorologiques (140°/4 kt, CAVOK, 1013). Il précise que la fréquence est isolée et ajoute : *"je suis... à votre écoute."*

Vers 04 h 03 le contrôleur demande des précisions sur l'événement afin de rédiger l'avis d'incident. A 04 h 07 min 36 il demande à l'AFR 437 de contacter l'approche.

1-9-2-6- Approche de Marseille Provence

Le contact avec l'approche est établi à 04 h 07 min 55. L'AFR 437, en contact radar, est autorisé à descendre au niveau 90 vers Martigues. Au contrôleur qui demande des précisions sur *"l'ennui technique"*, l'équipage répond *"on a des doutes sur l'intégrité de l'avion sur l'arrière, c'est tout, on a subi des fortes turbulences"*.

Le contrôleur propose un guidage radar pour la finale et précise que *"c'est une procédure assez serrée"*. A 04 h 08 min 40 le guidage radar est accepté mais l'équipage demande s'il peut *"avoir un virage un peu moins serré"*.

Le contrôleur engage la procédure immédiatement. L'équipage l'informe qu'il a *"retrouvé le jeu de cartes... dans le bazar là"*.

Après MTG au cap 320, à 04 h 27, le contrôleur annonce : *"je vous rappelle dans 2 NM pour le virage"*. Puis il guide l'avion jusqu'à l'interception de l'ILS à 04 h 29 et demande de rappeler en vue du terrain. Vingt secondes plus tard l'équipage annonce *"on est en vue de la piste... train sorti verrouillé"*. Le contrôleur autorise l'atterrissage en piste 14 gauche, *"le vent 140°, 4 nœuds"*.

L'avion atterrit à 04 h 34. Le contrôleur indique qu'un "flyco" (véhicule de piste) va le guider vers le parking et demande s'il n'y a *"pas de problème particulier à signaler ? - Non..."*. Il demande de contacter la fréquence Sol.

1-9-2-7- Contrôle Tour-Sol de Marseille Provence

Le contact avec le Sol est établi à 04 h 35, tandis que l'avion dégage la piste. Le contrôleur annonce le flyco pour le guidage jusqu'au parking B 23. Le cheminement s'effectue en contact permanent avec le contrôleur et les véhicules flyco et SSIS jusqu'au parking où le convoi arrive à 04 h 40.

1-9-2-8- Communications téléphoniques avec le CRNA Sud-Est

A 01 h 52 le chef d'escale de permanence Air France à Paris-CDG appelle le chef de salle du CRNA Sud-Est : l'équipage du vol AFR 437 l'a appelé il y a dix minutes, il avait subi *"des turbulences sévères"* et il *"envisageait de se poser à Marseille"*.

L'assistant du chef de salle entre en contact avec Alger à 01 h 53 min 19 et demande des nouvelles du vol. Il apprend ainsi que l'AFR 437 est actuellement en contact avec les opérations Air France et qu'il va se dérouter sur Marseille, *"il est en plein sud algérien"*.

Le chef d'escale rappelle le chef de salle à 01 h 59 min 16. Il était effectivement en contact avec le vol. Confirmation est donnée des deux côtés du déroutement sur Marseille. Vu la position de l'avion, le chef de salle indique qu'il faut attendre environ une heure et demie pour obtenir une estimée de l'heure d'atterrissage.

A 02 h 51, le CCR d'Alger appelle le CRNA Sud-Est, indique que l'AFR 437 est "*en urgence*" et veut une route directe sur Marseille. Le CRNA donne son accord et demande à quelle heure l'avion est estimé par le travers du point KAMER.

Alger rappelle à 03 h 17 min 17 : le déroutement sur Marseille est confirmé, route directe sur Martigues, travers KAMER à 03 h 45, niveau 330.

1-9-2-9- Communications téléphoniques avec Marseille Tour

A 03 h 15 min 22 le CODIS contacte la tour de Marseille au sujet d'un appel du SAMU l'informant de l'arrivée d'un avion de Johannesburg avec plusieurs blessés. La tour ignore l'événement et prend contact avec le CCR. Il faut attendre, l'avion est encore très loin.

A 03 h 21 le chef de quart d'Air France à Marseille appelle la tour pour indiquer que l'avion "*arrive à 06 h 10* " (04 h 10 UTC). Il détaille les blessures, indique qu'il a appelé les pompiers. Le contrôleur va prévenir le CODIS et demande le nombre de personnes à bord.

A 03 h 22, le CCR contacte la tour : "*AFR, il est annoncé dans vingt minutes à la FIR...*". Le contrôleur demande "*le poids de pétrole et le nombre de pax à bord*".

A 03 h 23 min 15 le CODIS rappelle. Le contrôleur dit qu'il pense que l'équipage "*va demander la sécurité*".

A 03 h 23 min 50 le chef de quart d'Air France rappelle, indique "*qu'il va rester entre 50 et 60 tonnes*" de carburant, "*il a 206 passagers*" et dix-huit membres d'équipage. Le contrôleur l'informe qu'il met "*tout en place*".

A 03 h 26 min 25 le contrôleur appelle le SSIS et fournit les informations rassemblées.

De 03 h 30 à 04 h 25 le contrôleur se trouve en contact téléphonique permanent avec les divers organismes et autorités concernés :

- le CODIS,
- le SSIS,
- le poste de commandement d'exploitation,
- le bureau de piste,
- le CCR,
- le directeur de l'aviation civile Sud-Est.

Il organise avec eux les secours puis l'arrivée de l'avion et la disposition des véhicules de secours et d'assistance autour de l'appareil.

1-10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1-11 Enregistreurs de vol

L'avion était équipé des deux enregistreurs réglementaires :

- un enregistreur de conversations et d'alarmes sonores (CVR) de marque Loral Fairchild, modèle A100, S/N 52970 ; sa capacité d'enregistrement est de trente minutes en boucle ;
- un enregistreur de paramètres de vol (FDR) de marque Sunstrand, modèle UFDR 980-4100-DXUN, S/N 7809 ; sa capacité d'enregistrement est de vingt-cinq heures en boucle et l'acquisition porte sur 113 paramètres continus et 178 paramètres discrets.

L'avion était aussi équipé d'un enregistreur de paramètres optionnel (DAR) Penny & Giles que l'exploitant utilise dans le cadre de l'analyse systématique des vols. Les données issues du dépouillement de la cassette DAR ont permis d'obtenir rapidement les premiers renseignements sur l'événement.

Le Boeing 747-400 est également équipé de deux systèmes pour l'enregistrement

- d'anomalies, le CMC (Centralized Maintenance Computer),
- de divers paramètres utiles pour la maintenance, l'ACMS (Aircraft Condition Monitoring System), en particulier des valeurs extrêmes au cours de certains intervalles de temps.

1-11-1- Acquisition des données d'enregistreurs

- *CVR*

Bien que l'enregistreur ait fonctionné plus de quatre heures après l'événement, l'écoute du CVR a été effectuée au BEA. L'enregistrement ne présente pas d'intérêt pour l'enquête.

- *DAR*

Le dépouillement du DAR et une analyse préliminaire des données enregistrées ont été effectués au service d'analyse des vols d'Air France, en présence d'un représentant du BEA. L'acquisition numérique des données et leur décodage ont été réalisés sur la totalité de la cassette. Une série de courbes relatives à l'événement ainsi que des listages de paramètres choisis ont été édités le 6 septembre.

- *FDR*

Le dépouillement de l'enregistreur de paramètres a été réalisé au Centre d'Essais en Vol de Brétigny. L'acquisition numérique des données a été effectuée après le démontage de l'enregistreur et l'extraction de la bande magnétique.

Lors de l'acquisition, une anomalie de défilement de la bande a provoqué un étirement de 24 cm sur une de ses extrémités. Cet étirement est dû au "sticker" de fin de bande qui s'est collé sur le cabestan d'entraînement. L'anomalie s'est produite lors du changement de piste 7 à 8. Elle n'a pas affecté les données relatives à l'accident.

- *CMC et ACMS*

Les informations enregistrées par les systèmes CMC et ACMS sont directement accessibles sur l'imprimante de bord. Les systèmes font l'objet d'une interrogation systématique par le personnel de maintenance une fois par semaine.

Les enregistrements des deux systèmes ont été dépouillés intégralement pour la période allant des premières pannes du système radar à la fin du vol de l'accident. Les données ont confirmé les anomalies notées antérieurement sur les comptes rendus matériels.

1-11-2- Exploitation des données

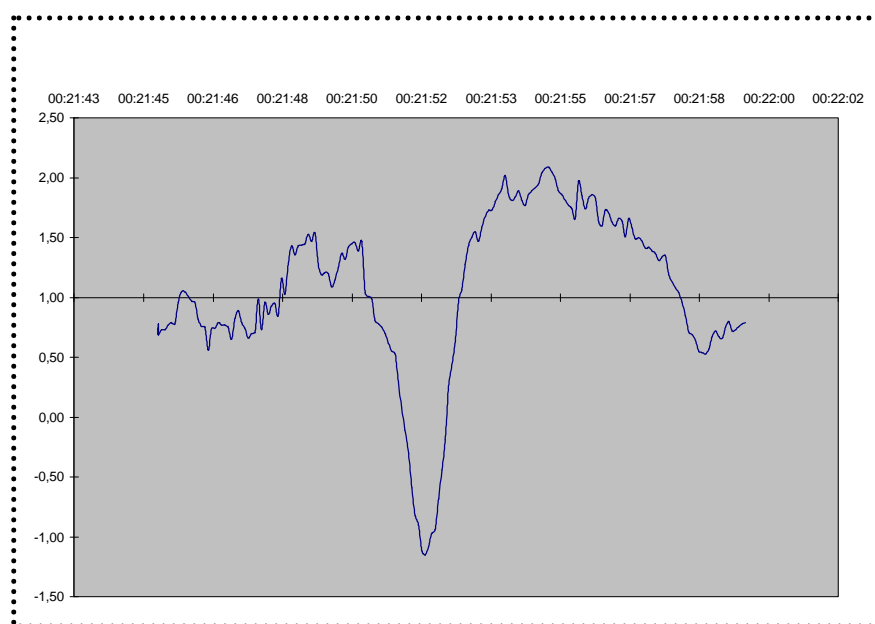
L'exploitation des données a été effectuée au BEA. Les premiers jours, le travail sur les paramètres de vol a été réalisé à partir des données DAR. Celles-ci présentent quelques différences très peu significatives avec les données FDR, les données DAR et FDR étant acquises sur l'avion par deux calculateurs différents.

De plus, l'échantillonnage des paramètres communs est effectué avec un léger déphasage de temps. Les valeurs ne sont donc pas rigoureusement identiques. En revanche elles peuvent être complémentaires.

Certains paramètres qui ne figurent pas dans la trame DAR ont été décodés à partir de l'acquisition FDR, vent et vitesse propre de l'avion par exemple. Le paramètre amortisseur de lacet, bien que figurant dans la grille de décodage du DAR et du FDR, n'est pas enregistré.

Les accélérations ont été décodées sur le FDR et le DAR pour cerner de manière plus précise les variations des valeurs, en particulier les valeurs extrêmes. Les accélérations normales sont échantillonnées huit fois par seconde sur le FDR et

quatre fois par seconde sur le DAR. Le graphique ci-dessous a été réalisé à partir des douze valeurs par seconde.



L'événement est caractérisé principalement par des valeurs excessives du paramètre d'accélération normale J_z alors que l'avion est en croisière au niveau 350. Les turbulences modérées à fortes occasionnant des facteurs de charge compris entre de +1,5 et +0,5 augmentent brutalement avec des variations d'accélération normale au centre de gravité de l'avion atteignant -1,15g et +2,09g, soit en facteurs de charge : -1,15 et +2,09.

- Remarque : les valeurs de certification sont limitées aux facteurs de charge -1,00 en négatif (up) et +2,50 (down) en positif, valeurs à l'écrasement ("crash") sur toute la longueur de l'avion.

A Marseille, une extraction des données de l'ACMS a fourni les valeurs extrêmes d'accélération normale (-1,15g/+2,09g) et de vitesse (Mach 0,95). Elle a permis aux mécaniciens de prendre les mesures nécessaires quant aux vérifications à effectuer sur la structure.

1-11-3- Paramètres significatifs

L'avion vole au niveau 350, cap 360°. A 00 h 13 le régime des moteurs passe de 96-97 % de N1 à 93-92 % et la vitesse diminue de Mach 0,88 à Mach 0,85 une minute trente plus tard. Le vent effectif est voisin de zéro.

L'événement prend place dans un intervalle de temps de près d'un quart d'heure : les turbulences se déclenchent à 00 h 15, une accalmie se produit pendant trois minutes, le pic a lieu vers 00 h 22 et les dernières turbulences vers 00 h 29.

1-11-3-1- Turbulences préliminaires : 00 h 15 à 00 h 17 min 30

Les premières turbulences sont faibles à modérées et de courte durée :

- accélérations : Jz (normale) entre +0,7g et +1,2g,
Jy (latérale) entre -0,03g et +0,07g,
Jx (longitudinale) stable, voisine de 0g ;
- vitesse : Mach 0,85 ;
- PA n° 1 : actif, modes "lateral nav" (L NAV), "vertical nav" (V NAV), "auto-throttle nav" (A/T NAV) et "A/T climb" (A/T CLB) ; tenue de cap sur OFF ;
- vent : entre 050 et 090°, 25 à 30 kt.

1-11-3-2- Turbulences modérées à fortes : 00 h 20 min 30 à 00 h 21 min 45

Après une accalmie de trois minutes, des turbulences modérées se font sentir, devenant rapidement fortes :

- accélérations : Jz entre +1,55g et +0,45g,
Jy entre +0,12g et -0,28g,
Jx entre -0,13g et +0,15g ;
- vitesse : Mach 0,844 à 0,946 (CAS 321 kt et TAS 525 kt), alarmes de survitesse (quatre secondes) et "master warning" (deux secondes) ;
- variations d'altitude de -460 à +680 pieds ;
- PA n° 1 actif, changement de modes entre 00 h 21 et 00 h 21 min 15 avec L NAV, V NAV et A/T NAV sur OFF, ALT HOLD, A/T SPD MODE et HDG SEL sur ON ;
- cap : 360° à 355° puis 345° (340° pendant une seconde), variations en lacet de + 2°/s à - 4°/s ; cap sélectionné autour de 320° à 00 h 21 min 15 pendant quinze secondes ;
- assiette : 0 à -5° (à piquer) ;
- incidence : entre 0 et +6° ;
- inclinaison : de 0 à -15° (à gauche) ;
- vent : 360 à 075°, 10 à 36 kt.

1-11-3-3- Turbulences extrêmes : 00 h 21 min 45 à 00 h 22 min 05

Les turbulences extrêmes commencent brutalement. Elles durent une quinzaine de secondes :

- accélérations : Jz de +1,54g à -1,15g en trois secondes, puis 2,09g trois secondes plus tard et +0,53g,
Jy entre -0,18g et +0,14g,
Jx entre +0,07g et -0,04g ;
- vitesse : Mach 0,85 à 0,89 ;

- variation d'altitude : entre -200 et +470 pieds, vitesse verticale variant en dehors des limites d'enregistrement du paramètre : -3 000 et +3 000 ft/min ;
- PA n° 1 déconnecté à 00 h 21 min 58, alarme "master warning" (trois secondes) ;
- cap de 345° vers 350° ; cap sélectionné 345° à 00 h 21 min 50 ;
- assiette entre -6° et +11°, puis +4° (à cabrer) ; manche voisin de 0°, brutalement -6° à -7° à 00 h 21 min 53, puis -4° (à cabrer) cinq secondes plus tard (gouvernes de profondeur : +3° à -2°) ;
- incidence valeurs extrêmes -10° et un pic de +10° à +12° pendant quatre secondes avec déclenchement du vibreur de manche (trois secondes) précédant la déconnexion du PA ;
- inclinaison de -4° à +16° (à droite) puis -13° (à gauche), volant de +2° à -30° et +49° (ailerons : +14° et -17°) ;
- vent variable de nord-ouest à sud-est (par le nord), 30 à 50 kt.

1-11-3-4- Turbulences fortes puis modérées : 00 h 22 min 05 à 00 h 25 min 25

Les turbulences restent fortes pendant près de trois minutes après le pic :

- accélérations : Jz entre +1,57g et +0,39g,
Jy entre +0,10g et -0,19g,
Jx entre +0,09g et -0,10g ;
- vitesse : pointe à Mach 0,910, alarmes de survitesse (quatre secondes) et "master warning" (deux fois une seconde) ;
- variation d'altitude : valeur maximale 710 pieds puis stabilisation rapide ;
- PA n° 1 réactivé à 00 h 22 min 18 (une seconde après les alarmes), modes précédents inchangés ;
- cap de 350° à 345°, puis progressivement vers 358° ; cap sélectionné 356° à 00 h 22 min 35 ;
- assiette entre +2° et +5° ; manche entre -2° et -6° (à cabrer) ;
- incidence entre +2° et +5° ;
- inclinaison entre -7° et +11°, volant entre -11° et +11° ;
- vent variable d'ouest à sud-est, 43 kt faiblissant vers 20 kt.

1-11-3-5- Dernières turbulences : 00 h 25 min 25 à 00 h 29 min

Les turbulences restent encore sensibles pendant près de trois minutes avant de s'affaiblir puis de cesser :

- accélérations : Jz entre +0,62g et +1,22g, puis autour de 1,00g ;
- vitesse : deux pointes à Mach 0,888, puis stabilisation à Mach 0,850 ;
- cap : vers 360° s'établissant à 030° ; cap sélectionné pendant 50 secondes à 005° puis 031° à 00 h 27 min 30 ;
- vent : 030° revenant à 355°, 20 kt, passagèrement 30 kt.

1-11-3-6- Descente du niveau 350 au niveau 330

A partir de 00 h 46 min 16 l'altitude enregistrée, stable à 34 976 pieds, décroît lentement de 100 ft/min pendant quatre minutes, puis d'environ 200 ft/min jusqu'à 00 h 59. L'altitude se stabilise à 33 000 pieds environ.

Près de quatre minutes plus tard, à 01 h 02 min 50, la position du manche, stable à -4° (à cabrer), subit une variation sur deux secondes : -1° puis 0° (neutre) à 00 h 02 min 52, cette dernière valeur demeurant ensuite constante.

1-12 Dommages subis par l'avion

L'examen de la structure de l'avion a été effectué conformément à la procédure préconisée par l'avionneur à partir d'un facteur de charge enregistré de +1,5. Cet examen n'a révélé aucun dommage.

1-12-1- Dommages extérieurs

De nombreux impacts légers de grêle ont été constatés sur le radôme et sur le fuselage près de l'emplanture des deux ailes (annexe 10). Les dégâts se limitaient à des éclats de peinture sur la partie avant, sans délamination du revêtement extérieur. Le radôme présentait également trois impacts de foudre sur les bandes conductrices. Ces impacts n'ont pas entraîné de dommages structureaux.

Les karmans de jonction aile-fuselage côtés droit et gauche étaient déformés, la peinture écaillée (annexe 10). Une partie du revêtement inférieur des entrées d'air des réacteurs gauches avait été arrachée.

1-12-2- Dommages à la cabine

Lors des turbulences, quelques coffres à bagages se sont ouverts. Un certain nombre de masques à oxygène sont tombés, répartis dans les cabines D et E. Le revêtement plastique d'une toilette au centre de l'avion s'est décroché de la structure, laissant en place la cuve métallique.

Le poste d'équipage n'a subi aucun dommage, l'installation interphone non plus. Des dégâts ont été constatés en cabine. Ces dommages, surtout importants dans les zones D et E, sont situés au niveau des faux plafonds, des coffres à bagages et des sièges (annexe 10).

Les deux portes arrière, R5 et L5, dont le verrouillage avait été mis en défaut à la suite de l'événement (alarme lumineuse en poste), ont été vérifiées à l'arrivée à Marseille : le levier de verrouillage qui avait bougé et empêchait le passage sur "manuel" de l'intérieur de la cabine a été repositionné sur "fermé" sans autre conséquence. Les vérifications ultérieures des mécanismes n'ont montré aucune anomalie.

- *Panneaux de faux plafond*

Treize panneaux de faux plafond situés au-dessus des allées sont sortis de leur logement, dont un seul en zone D :

- cinq du côté gauche, dont le panneau supportant le moniteur vidéo entre les rangs 49 et 50 (zone E),
- huit du côté droit, dont le panneau supportant le moniteur vidéo symétrique du précédent.

- *Coffres à bagages*

La double rangée des coffres à bagages centraux de la zone E s'est affaissée et vrillée entre les rangs 44 et 55, avec un cintrage maximum au niveau des rangs 49 et 50 et une flèche vers le bas d'environ 40 cm.

Compte tenu des traumatismes subis par certains blessés, la zone E a fait l'objet d'un examen minutieux, en particulier à la recherche de traces d'impacts sur la partie inférieure des coffres à bagages. Seuls deux coffres en portaient :

- le coffre référencé 50 GH (annexe 10) est marqué de traces de sang. Il présente une dépression légèrement ovale d'environ dix centimètres de long avec une fissure linéaire dans laquelle des cheveux ont été retrouvés ;
- le coffre 46EF présente un léger enfoncement.

La zone D a fait l'objet d'un examen moins approfondi, aucun dommage significatif n'a été relevé.

- *Bielles supports des coffres à bagages*

Douze bielles de types "A" et "B" ont été endommagées, dont huit ont subi des ruptures après flambage au niveau des embouts rotulés et une (type "B") en partie médiane :

- huit en zone E : sept de type "A" (six du côté gauche), dont six avec rupture des embouts rotulés et une de type "B" avec rupture médiane ;
- quatre en zone D : une de type "A" (côté droit) avec rupture de l'embout rotulé et trois autres dont une de type "B" avec embouts déformés en partie supérieure.

Les flambages et ruptures de sept bielles sont à l'origine de la chute des plafonds et de l'affaissement des coffres à bagages de la zone E.

- *Sièges*

Les dommages aux sièges sont de différents types, allant de petites déformations ou ruptures (porte-verre, tablettes...) à un écrasement des accoudoirs ou des

dossiers. Ces dommages sont dus à la chute de passagers.

zone	nbre sièges	dommages mineurs	accoudoirs endommagés	dossiers endommagés	structure faussée
D	11	5	6	0	0
E	26	6	12	7	1

1-12-3- Dommages aux systèmes

Au niveau des rangs de gauche 49 et 48 une gaine de circuit de conditionnement d'air a été crevée, vraisemblablement par un panneau de faux plafond projeté en hauteur.

Un panneau de faux plafond a été projeté au-dessus de l'échelle de support des coffres à bagages et a bloqué temporairement un câble de gouverne de profondeur entre les rangs 45 et 49. Il en a résulté une légère déformation résiduelle de la gaine en aluminium du câble.

1-13 Renseignements médicaux et pathologiques.

L'événement a provoqué des blessures chez trente personnes, dont quatre PNC en service au moment des faits.

Neuf personnes, dont un PNC, ont subi des blessures graves, essentiellement des fractures de vertèbres cervicales ou lombaires et de côtes produites lors de chocs avec un plan dur (plafond ou paroi latérale) ou de chutes sur un siège, notamment sur l'accoudoir.

Une dixième personne est tombée dans un coma progressif. D'après les examens médicaux, la cause en était une hémorragie méningée avec inondation ventriculaire. L'examen clinique n'a montré aucune trace de traumatisme crânien. Des signes de contusion thoraco-pulmonaire ont été mis ultérieurement en évidence. Ce blessé est décédé dix-sept jours après l'accident. Le médecin légiste a conclu à une mort due à l'accident.

Vingt personnes, dont trois PNC, ont subi des blessures considérées comme légères selon les critères internationaux. Treize cas de traumatisme crânien ont été relevés.

Aucun des enfants n'a été blessé. Un enfant de dix-huit mois étendu aux pieds de sa mère pour mieux dormir ne présentait que quelques éraflures.

Le retentissement psychologique de l'événement n'a pu être apprécié immédiatement, faute de données initiales. Cependant, dans les témoignages

obtenus ultérieurement, des passagers ont fait part d'effets psychologiques non négligeables.

1-14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré au cours de l'événement ou après celui-ci.

1-15 Questions relatives à la survie des occupants.

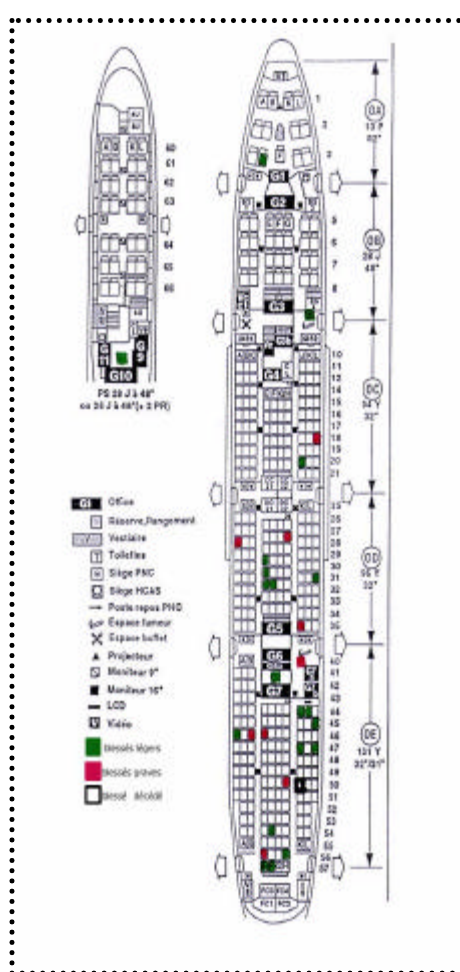
1-15-1- Localisation des blessés dans la cabine

Les passagers blessés ou ayant subi des traumatismes se trouvaient en majorité dans les sections arrière de l'avion, à savoir les zones D et surtout E. Ils occupaient des places situées le plus souvent dans la partie centrale (sièges E, F, G et H) ou dans la partie droite de l'avion (sièges J, K et L).

Le passager qui est entré dans le coma avait été retrouvé étendu dans l'allée droite entre les rangs 50 et 51, à côté du moniteur vidéo pendant.

Une passagère placée dans la partie centrale du rang 50 présentait l'association d'une large plaie du cuir chevelu avec des fractures des deux premières vertèbres cervicales. Elle était assise sous le coffre à bagages endommagé 50GH.

On a observé par ailleurs une fracture de la clavicule chez un PNC debout à son poste en G7 et une de la cheville chez une passagère (siège 46C). Ces deux personnes sont passées au travers de plaques de faux plafond et se sont retrouvées l'une au-dessus de l'office G7 et l'autre allongée au-dessus des coffres à bagages centraux. Un passager d'une taille de 1,90 m, dont la ceinture était attachée mais peu serrée, a heurté le coffre 46EF, ce qui a occasionné de sévères contusions.



D'autres passagers ont souffert de fractures de vertèbres cervicales ou de traumatismes crâniens après avoir heurté des compartiments à bagages (une certaine incertitude subsiste sur leur nombre et leurs emplacements) : un en zone A (3AB), sept en zone D (27GH, 28ABC, 30EF ou 30GH, 31EF et GH, 32EF et GH), trois en zone E (46GH, 47JKL, 56EF).

1-15-2- Ceintures de sécurité

La plupart des personnes qui ont transmis des informations sur leurs blessures n'avaient pas leur ceinture attachée ou serrée au moment de l'événement. Seuls quatre blessés étaient attachés. Aucune rupture de ceinture ne s'est produite.

1-15-3- Soins à bord

Jusqu'au débarquement à Marseille, l'équipage de cabine a conservé la maîtrise de la situation. L'efficacité de sa contribution aux soins a été qualifiée de remarquable. Aucun mouvement de panique ne s'est propagé parmi les passagers. De même, la présence fréquente en cabine d'un PNT a été appréciée.

Deux médecins étaient à bord. Ils sont intervenus auprès des blessés. Le traitement le plus approprié, compte tenu des conditions à bord, a été mis en œuvre en concertation avec le SAMU de Paris contacté par liaison satellite. Ainsi, lorsque le blessé le plus gravement atteint est entré dans le coma, vers 02 h 30, le médecin du SAMU a estimé qu'il pouvait supporter un voyage de trois heures mais pas quatre, ce qui a conduit le commandant de bord à confirmer le déroutement sur Marseille.

Le matériel de secours embarqué a été utilisé dès les premiers instants. Le caractère hémorragique de la plaie au cuir chevelu de l'une des victimes a conduit à utiliser la totalité des compresses contenues dans les différentes malles de soins. L'absence de gants a été soulignée par les intervenants. Des passagers ont fourni une partie du nécessaire aux soins de première urgence, tel du fil de suture. Après avoir épuisé la réserve d'alcool, l'équipage de cabine a été conduit à utiliser du gin comme désinfectant.

1-15-4- Organisation des secours à Marseille

Lorsque les responsables de l'aéroport de Marseille Provence ont été informés de l'arrivée du vol AFR 437, le personnel et les véhicules du SSIS, du bureau de piste et du service des pistes ont été mobilisés, en coordination avec le CODIS, le SAMU 13 et le médecin d'Air France. Air France a mis en place une cellule opérationnelle de crise et une cellule spéciale pour les appels des familles.

Les moyens de secours (centre de tri médical, ambulances, véhicules d'intervention divers) ont été mis en place au parking B 23, situé à l'écart du trafic. Dès son atterrissage, l'avion a été convoyé vers ce parking.

Les deux personnes les plus gravement blessées ont été immédiatement prises en charge par le SAMU. Le recensement des blessés a été malaisé à cause des passagers valides. Ils ont cependant été débarqués très rapidement et conduits au centre de tri où sept médecins, dont le médecin de la compagnie, ont effectué les premiers examens. Les blessés ont été ensuite acheminés vers les services d'urgence de divers hôpitaux de Marseille. Plus de trente personnes, certaines seulement choquées, ont ainsi été soignées.

1-16 Essais et recherches

1-16-1- Documentation climatologique Air France

Au cours de la décennie 1965-1975, Air France a réalisé une documentation climatologique couvrant pratiquement le monde entier. Des améliorations et compléments ont été apportés régulièrement, en particulier à partir des données fournies par UTA après son rachat par le Groupe Air France.

Actuellement, le document de référence, synthèse de la documentation existante, est la "Climatologie du réseau long courrier" éditée en 1993. Ce document couvre toutes les régions du monde desservies par Air France. Il traite de

- la climatologie générale des continents,
- la climatologie locale des escales, avec des statistiques mensuelles.

Le document traite en particulier de façon détaillée de la mousson sur l'Afrique occidentale, de ses particularités physiques et de son évolution saisonnière ainsi que des caractéristiques propres à l'Afrique du sud.

Par ailleurs la division 747-400 a diffusé en octobre 1995 une note sur les particularités de la route vers l'Afrique du Sud en termes de navigation et de météorologie, ce dernier thème uniquement relatif à l'Afrique australe. Quatre cartes moyennes sur la circulation générale en surface et sur la climatologie saisonnière (janvier et juillet) du continent y sont annexées (cf. annexe 12).

Ces documents destinés à *"faciliter la préparation"* des vols par les équipages constituent *"un complément aux prévisions fournies lors du briefing"*.

Dans la "Climatologie du réseau long courrier", il est noté que les ouvrages référencés dans la bibliographie *"peuvent toujours être consultés pour plus de précisions"* (cf. annexe 12, Climatologie du réseau long courrier - Introduction). L'un de ceux-ci, document Air France de 1974, comporte un chapitre d'une quarantaine de pages sur la climatologie en Afrique :

- *La circulation générale :*
 - description générale,
 - cartes verticales mensuelles,
 - cartes de situation météorologique moyennes saisonnières ;

- *La climatologie tropicale :*
 - description générale,
 - cartes climatologiques mensuelles (cartes d'août et septembre en annexe 12),
 - tableaux statistiques de précipitations,

- description de la climatologie des grandes régions d'Afrique et d'Arabie (cf. "la zone humide atlantique" en annexe 12).

L'enquête a montré que ce document est en fait indisponible. D'autre part il était inconnu des navigants d'Air France rencontrés, y compris de ceux qui pratiquaient les lignes d'Afrique. Il semble qu'il n'ait pas été réédité.

1-16-2- Le centre météorologique de Johannesburg Jan Smuts

Le centre météorologique de l'aéroport de Johannesburg Jan Smuts est relié au Weather Bureau de Pretoria. Il est équipé de systèmes permettant la réception de cartes et messages météorologiques, dont un équipement de réception et de traitement des images METEOSAT.

Le traitement des images satellitales consiste en une représentation fixe ou animée des images horaires en noir et blanc ou en couleurs (par seuils de température des sommets nuageux). Les animations utilisées l'après-midi couvrent toute la période de la journée débutant à sept heures. Selon le prévisionniste de service rencontré, l'image de l'heure ronde est disponible environ dix minutes plus tard sur la console de visualisation.

A l'époque de l'accident, le centre de Johannesburg recevait également les cartes TEMSI établies par le centre régional de prévision de zone¹⁰ de Toulouse, responsable internationalement de la couverture Europe-Afrique-océan Indien (EURAFI). Elles n'étaient pas fournies systématiquement.

Le 4 septembre, le système de réception, de traitement et de visualisation de l'imagerie satellitale fonctionnait normalement. Les différents TEMSI élaborés par le CRPZ de Toulouse avaient été reçus, celui valable pour le 5 à 00 h 00 vers 14 h 30 - 15 h 00 et celui valable pour le 5 à 06 h vers 20 h 30 - 21 h 00. Tous les TAF d'Afrique occidentale étaient disponibles. Comme tous les jours, le centre était armé par deux prévisionnistes. Les dossiers préparés pour les différents vols étaient disponibles environ deux heures trente avant le départ. Ces dossiers sont déposés sur une table, face au comptoir d'accueil derrière lequel travaillent les prévisionnistes. Ils sont retirés par les agents d'opérations des différentes compagnies aériennes.

1-16-3- Coefficients de turbulence figurant sur les suivis de vol

Les coefficients de turbulence figurant sur les suivis de vol indiquent une intensité probable de la turbulence au niveau de vol ainsi qu'au niveau de la tropopause. Ils sont chiffrés de 0 à 9 :

- 0 à 2 : turbulence faible,
- 3 à 6 : turbulence modérée,
- 7 à 9 : turbulence forte.

¹⁰ Depuis le 1er janvier 1997, les CRPZ ayant été supprimés, la responsabilité de la diffusion des TEMSI pour l'EURAFI a été attribuée au CMPZ de Bracknell (le second CMPZ est celui de Washington).

Ces coefficients de turbulence sont calculés par le système OCTAVE. Ils devraient prendre en compte les directions et vitesses de vent au niveau de vol ou de la tropopause, plus et moins mille pieds. Or les données de vent en points de grille disponibles, fournies par les services météorologiques, sont espacées de plusieurs milliers de pieds, FL 240, 300, 340, 390, 450, et ne sont donc pas utilisables pour le calcul d'un cisaillement sur $\pm 1\,000$ pieds. De plus, ces coefficients ne pourraient être fiables que dans des situations à turbulence provoquée par des discontinuités de vent, comme la turbulence en atmosphère claire (TAC), et non dans des situations générant de la turbulence de convection.

Air France avait acquis le logiciel de calcul auprès d'une société américaine, disparue depuis. La formule utilisée semble être une version approximative de la seconde partie d'une formule appliquée sur 2 000 pieds, le "Turbulence Index" (TI)¹¹ d'Ellrod utilisé pour le calcul du cisaillement vertical à l'Atmospheric Environment Service de Toronto (Canada) et à l'Aviation Weather Center de Kansas City (Etats-Unis).

Des vérifications de la validité des coefficients de turbulence ont été effectuées lors de vols aller-retour Paris - Johannesburg et Paris - Santiago du Chili, respectivement en octobre 1996 et en octobre 1997. Les coefficients figurant sur les suivis de vol étaient sans valeur. Plusieurs équipages ont confirmé le peu de crédit à leur accorder.

1-16-4- Détermination de la rafale subie par le F-GITF

L'analyse de la structure verticale de l'atmosphère et le calcul de l'énergie mise en jeu permettent d'exprimer une valeur de vitesse verticale d'une particule d'air se déplaçant vers le niveau 350. Par ailleurs, à partir des valeurs des paramètres des enregistreurs corrélées aux valeurs déterminées en vue de la certification, Boeing a calculé la rafale verticale probable subie par le F-GITF.

1-16-4-1- Vitesse verticale d'une particule au sein de la masse d'air

D'après la situation générale, la zone orageuse couvre tout l'ouest du Niger et le Burkina Faso entre 00 h 00 et 00 h 30. Niamey et Ouagadougou sont intéressés par la même masse d'air (annexes 4 et 5). Bamako (Mali) se trouve encore à l'avant de l'onde d'est mais la structure thermique ressemble à celle de Niamey et de Ouagadougou. La masse d'air de Niamey est très humide alors que celle de Bamako est encore relativement sèche. Le régime des vents montre que l'axe de l'onde est légèrement à l'est de Ouagadougou. Une structure moyenne a donc été utilisée sur l'émagramme oblique à 45°, dit 761¹² (cf. annexe 4), pour le calcul de l'énergie mise en jeu lors du déplacement vertical d'une particule d'air s'élevant de 700 hPa à l'état saturé jusqu'à 237 hPa (niveau de vol 350).

¹¹ Météo-France et l'UK Met Office utilisent l'indice de Dutton. Celui-ci, comme l'indice d'Ellrod, est validé et calibré à partir d'observations, par exemple les PIREP.

¹² Le diagramme 761 est établi à partir des formules de la thermodynamique ; les coordonnées sont la température en abscisse, axe à 45°, et la pression en ordonnée, suivant une échelle logarithmique de base dix.

La masse d'air considérée étant instable, une particule d'air de masse unité fournit en s'élevant un travail, fonction des variations d'altitude et de température. Ainsi, la vitesse verticale de la particule d'air parvenant au niveau 350 est :

$$V_z = 174 \text{ ft/s ou } 53 \text{ m/s}$$

1-16-4-2 Calcul de la rafale par Boeing

A la vitesse maximale en condition de turbulence, Mach 0,85, la rafale admissible dans le domaine de déformation élastique et à masse maximale est de 52 ft/s, soit 15,9 m/s, au FL 350 (décroissance linéaire de 66 ft/s à 20 000 pieds à 38 ft/s à 50 000 pieds).

L'avionneur a utilisé la relation sur la rafale U_{de} contenue dans les FAR - JAR 25.341 (gust loads) pour calculer le facteur de charge négatif (up) maximum à la station BS 2170 (zone E) à partir de la valeur extrême de l'accélération normale correspondante enregistrée, soit -1,15g. La valeur calculée est de -1,5 (les effets de bras de levier sont pris en compte dans les coefficients représentant les contributions dues aux variations d'assiette).

A partir de cette valeur, l'avionneur a calculé la valeur la plus probable de la rafale subie :

$$U_{de} = 125 \text{ ft/s , soit } 38 \text{ m/s}$$

1-16-5- Incidents de fonctionnement connus des radars de bord

Un radôme poreux ou dont le joint d'étanchéité n'est pas hermétique laisse passer l'humidité, voire de l'eau en cas de précipitations. La fiabilité du radar peut alors se trouver altérée par apport d'humidité au niveau du guide d'ondes et de la motorisation d'antenne.

En altitude, la formation de glace sur le radôme empêche la propagation des ondes qui subissent une réflexion, ce qui se traduit par une zone d'échos rouges sur l'écran.

Le foudroiement de l'antenne provoque des altérations dans la détection pour des dommages supérieurs à 10 % de sa surface. Dans la flotte d'Air France, un seul cas de foudroiement de l'antenne à travers le radôme a été constaté à ce jour.

D'autres types d'incidents provoquant le message "ANTENNA FAIL" et la perte de l'image sont déjà survenus sur des avions de la compagnie. Un seul a nécessité le démontage complet de la chaîne radar, celui survenu au B 747-400 F-GITB en 1995 (cf. § 1-16-9).

1-16-6- Historique des défauts de fonctionnement sur le F-GITF

L'examen des comptes rendus matériels depuis le 1^{er} juin 1996 montre que l'équipement radar du F-GITF souffrait de pannes intermittentes depuis le 25 août. Un dépouillement de l'enregistrement CMC à partir de cette date a été effectué.

1-16-6-1- Vol AFR 071 du 25 août 1996, Papeete - Los Angeles - Paris

Au cours du vol Papeete - Los Angeles du 25 août, le CMC indique : EN CRUISE MSG 34005 et WXR ANTENNA FAIL REPORTED BY WXR-L¹³. Aucune remarque n'est portée au CRM.

Le 26 août, pour le vol Los Angeles - Paris, le CRM porte la remarque suivante : *"Réglage de tilt d'antenne radar = tilt à +2 pour obtenir le 0 (bouton de tilt)"*. Aucun défaut n'est enregistré sur le CMC.

1-16-6-2- Visite d'entretien C01 à Paris-CDG du 27 au 31 août 1996

A la suite de cette déclaration, un essai d'inclinaison de l'antenne radar est effectué lors de la visite C01 du 27 au 31 août. Il est rapporté que cet essai n'a pas permis de constater le défaut et qu'il a montré une corrélation totale entre l'échelle de la boîte de commande et l'échelle de l'antenne et du ND (Navigation Display). Cependant, à la date du 28 août, à 15 h 08, le CMC enregistre : PREFLIGHT MSG 34005 et WXR ANTENNA FAIL REPORTED BY WXR-L.

1-16-6-3- Vol AFR 070 du 1^{er} septembre 1996, Paris - Los Angeles - Papeete

Pour le trajet Los Angeles - Papeete, le CRM porte la remarque suivante : *"En vol, WXR fail, WXR antenna L et R fail"*¹³. Le 2 septembre à 08 h 28, il est enregistré sur le CMC : EN CRUISE MSG 34025 et WXR ANTENNA FAIL REPORTED BY WXR-R, puis à 08 h 32 : EN CRUISE MSG 34005 et WXR ANTENNA FAIL REPORTED BY WXR-L.

A l'escale de Papeete, des tests sont effectués sur les deux émetteurs-récepteurs, ainsi que des essais dynamiques et une vérification de la stabilisation antenne avec IRS alignés. Ces essais ne permettent pas de reproduire le défaut. La mention suivante est alors portée au CRM : *"A confirmer sur retour"*.

La maintenance de CDG est informée de la plainte et le service de veille technique envoie par précaution une antenne de rechange à Los Angeles.

¹³ L pour left (gauche) et R pour right (droite).

1-16-6-4- Vol AFR 071 du 2 septembre, Papeete - Los Angeles - Paris

Sur le vol de retour vers Los Angeles le 2 septembre, aucune anomalie du système radar n'est observée. L'antenne n'est donc pas remplacée pendant l'escale. Lors du vol sur Paris, le fonctionnement du radar est normal.

A l'arrivée le 3 septembre au matin, la visite de vérification de l'avion a lieu, celui-ci partant sur Johannesburg le soir même.

Pour le radar de bord, la lecture des mémoires du CMC et l'examen des CRM sont effectués avant les tests : "*Effectuer vérification fault history pour antécédent radar et pour suite à donner*". Aucune anomalie n'est rapportée ni consignée, les essais confirment le bon fonctionnement général :

*"Fault history RAS (leg -02) pour WXR antenna 'L' fail RAS sur système 'R'
"Effectué ground test + essai opérationnel systèmes 'L' et 'R' ® BFG (bon fonctionnement général).*

La réponse suivante à la confirmation demandée à Papeete est portée au CRM :

"Ground test + essai opérationnel weather radar L et R ® BFG".

L'avion retourne en service sans réserves sur le système radar.

1-16-6-5- Vol AFR 437 du 4 septembre 1996, Le Cap - Johannesburg - Paris

Lors du vol AFR 436 du 3 septembre, Paris - Johannesburg, le radar embarqué fonctionne normalement, de même que sur la bretelle vers Le Cap dans la matinée du 4. Au cours du vol retour vers Johannesburg, il tombe en panne.

Le CMC enregistre à 14 h 58 : EN CRUISE MSG 34025 et WXR ANTENNA FAIL REPORTED BY WXR-R, puis à 15 h 00 : EN CRUISE MSG 34005 et WXR ANTENNA FAIL REPORTED BY WXR-L.

A l'arrivée à Johannesburg, l'équipage porte la réclamation suivante au CRM : "*(Voir CRM précédent) see before + Weather Antenna*". L'équipe avionique de la SAA effectue les tests au sol et confirme la panne. Les codes de panne lus sur l'enregistrement CMC (34025 et 34005) permettent de préciser qu'il s'agit du mécanisme d'antenne.

A 18 h le technicien avionique inscrit sur le CRM :

*"Both systems test fails antenna MSG 34025 + 34005
"A/C dispatched as per MEL 34 - 43 - 1.*

A la suite, l'équipage porte la mention : "*Tolérance acceptée*".

Alors que l'avion quitte le bloc (18 h 15), un essai de fonctionnement est réalisé, enregistré sur le CMC à 18 h 17 : LEG TRANS MSG 34005 et WXR ANTENNA FAIL REPORTED BY WXR-L.

- Remarque : l'équipage de conduite a rapporté avoir effectué un essai de fonctionnement du radar vers Tamale et que le message "ANTENNA FAIL" s'était affiché sur le ND ; aucun message n'a été enregistré en vol sur le CMC.

1-16-7- Expertise du radar météorologique de bord

Une première série d'examens a été réalisée dans les ateliers de la Direction de la Maintenance d'Air France à Orly pour le radôme et à CDG pour les systèmes radar

L'expertise du boîtier moto-réducteur de la cinématique de l'antenne a été effectuée au Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse (CEAT).

1-16-7-1- Examen du radôme

Monté d'origine sur l'avion, le radôme n'avait jamais été déposé pour réparation en atelier. Après l'événement, des dommages mineurs ont été observés (cf. 1.12.1). Les impacts de grêle sont semblables à ceux relevés après l'événement sur les bords d'attaque des karmans. L'origine du foudroiement n'a pu être précisée. L'expertise a conclu que ces dommages n'étaient pas susceptibles d'altérer le fonctionnement du radar.

1-16-7-2- Essais de l'ensemble radar au banc

Les constatations préliminaires suivantes ont été faites :

- membrane plastique cassée au niveau du guide d'ondes (son rôle est d'empêcher la circulation d'air, donc d'éviter l'apport d'humidité) ;
- quelques faibles traces de corrosion sur l'antenne ;
- deux à-coups lors d'un premier essai de fonctionnement en élévation.

Les essais au banc réalisés sur les deux récepteurs et le boîtier de commande ont cependant montré que l'ensemble fonctionnait :

- balayages en azimut et en élévation bons,
- détection bonne.

Une seconde série d'essais réalisés sur l'antenne équipée du boîtier moto-réducteur a mis en évidence des arrêts intermittents accompagnés de vibrations lors du balayage en azimut. Un blocage manuel de l'antenne en butée a produit le même effet.

Pour reproduire les conditions de température au niveau 350, de l'ordre de -40 à -50 °C, l'ensemble radar fut installé dans une chambre froide. La température fut abaissée à -54 °C pendant quarante-cinq minutes. A la sortie, l'antenne fonctionnait normalement mais un freinage à la main l'arrêtait.

La conclusion de cette série d'essais est que :

- l'ensemble composé des deux récepteurs et du boîtier de commande fonctionne normalement ;
- le balayage de l'antenne est sujet à des dysfonctionnements.

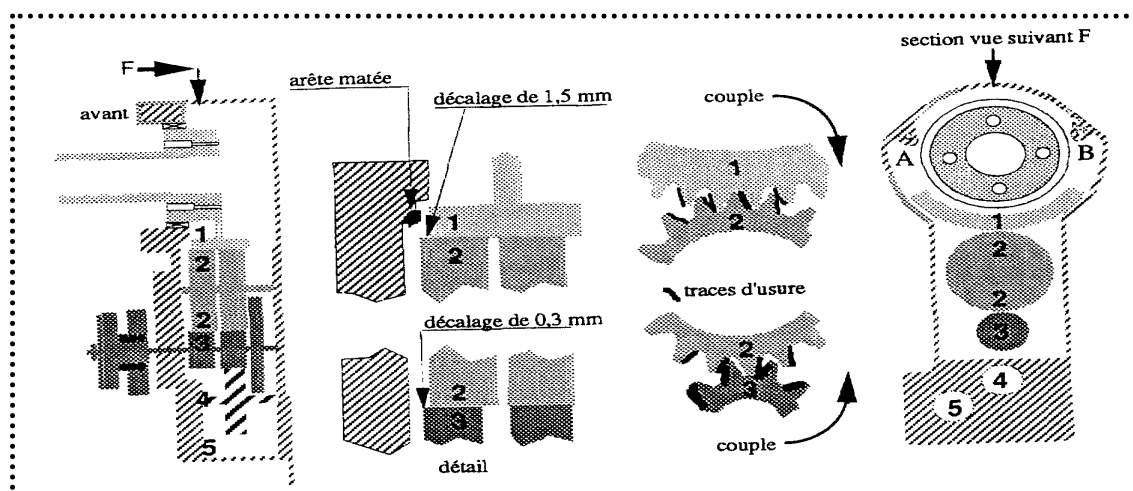
Le BEA a alors décidé l'expertise du boîtier moto-réducteur d'antenne.

1-16-7-3- Expertise du boîtier moto-réducteur d'antenne

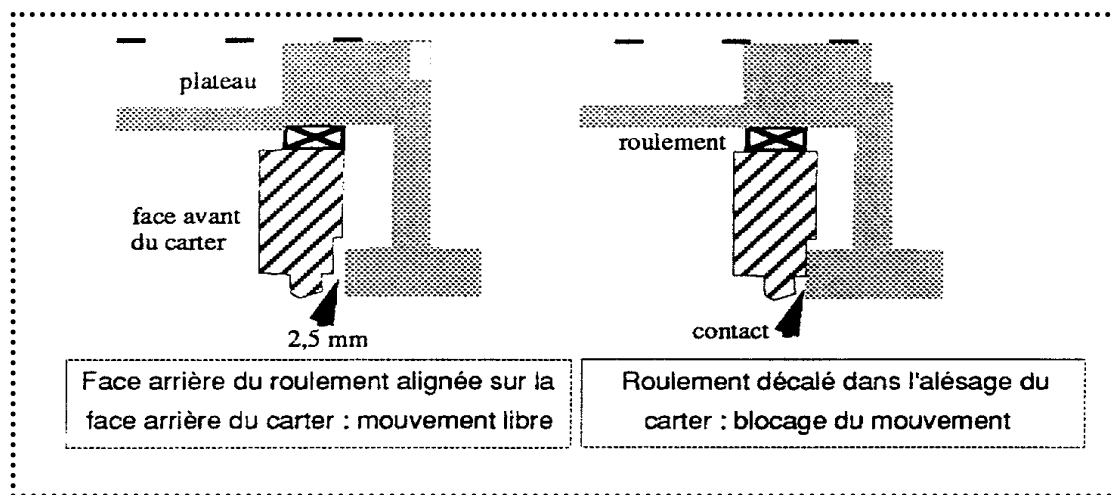
Le mécanisme se compose d'un plateau quart circulaire et de quatre étages d'engrenages. L'ouverture du boîtier a mis en évidence une graisse de couleur noirâtre parsemant la denture du plateau. En revanche les pignons étaient abondamment recouverts d'une graisse jaune qui se répandait sur les côtés.

Les anomalies et dommages observés sur le carter, le plateau (1) et les deux pignons avant (2 et 3) sont les suivants :

- léger décalage entre la denture du plateau et les pignons ;
- usure de quatre dents seulement sur les deux zones de contact correspondant à la position médiane du plateau ;
- usure des flancs plateau - pignon (2) ;
- usure prononcée à l'interface pignon (2) - pignon (3).



Le plateau et le pignon (3) reçoivent chacun un couple anti-jeu agissant sur un ressort. Les flancs des dents usées indiquent un effort dominant appliqué dans le même sens que celui appliqué au pignon (3).

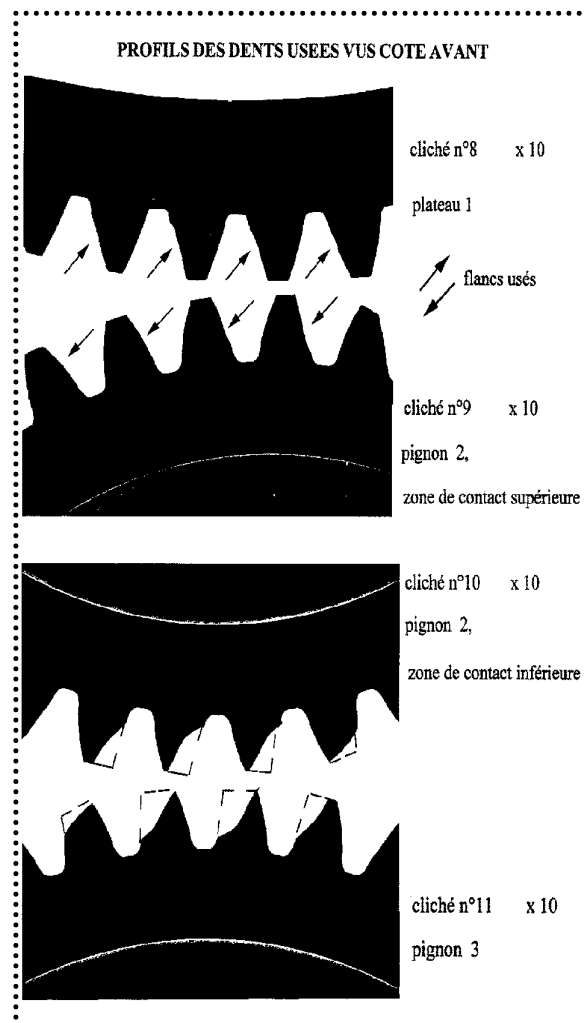


Une fois le plateau démonté, le carter laisse apparaître des traces circulaires de frottement sur la face interne et sur l'arête de sa partie centrale. Lors du démontage, le roulement est resté solidaire du plateau mais l'ajustement roulement - alésage du carter a paru peu serré. Aucune trace particulière de frottement n'a été relevée dans l'alésage du carter.

Ainsi, le contact plateau - carter semble être provoqué par une translation du roulement dans l'alésage du carter. L'essai consistant à supprimer ce contact par une légère translation a amené la disparition du blocage malgré l'état des dentures.

Des examens micrographiques et des analyses chimiques ont été effectués :

- les graisses noirâtre et jaune ont la même composition ;
- la graisse et la limaille déposée dans le carter comportent des traces de fer, chrome et nickel provenant de l'usure des dents et d'aluminium arraché au carter ;
- le plateau et les pignons sont en acier inoxydable ;
- les pignons sont protégés par une couche anti-usure nickel phosphore de 5 μm .



Les expertises ont permis d'expliquer le dysfonctionnement de la chaîne cinématique : malgré l'usure des pignons, il était dû essentiellement au frottement

du plateau sur le carter en position neutre, lequel frottement était rendu possible par le jeu en translation du plateau.

1-16-8- Entretien du radar et remplacement d'antenne

1-16-8-1- Critères d'entretien

Compte tenu de la fiabilité des éléments de la chaîne radar, Air France n'avait pas mis en place des rechanges ni souscrit d'accord de pool dans les treize escales extérieures du réseau Boeing 747-400. Un emprunt hors pool n'était possible que dans trois escales : Hong Kong et Tokyo-Narita auprès de JAL et Johannesburg auprès de SAA. A Johannesburg, il y avait trois antennes disponibles en magasin ce jour-là, dont une correspondant à la référence de celle du F-GITF.

Les pannes sont traitées selon les recommandations de l'AMM (Aircraft Maintenance Manual) et du FIM (Fault Indicating Manual). La recherche de panne se réfère aux procédures générales de l'AMM associées à la lecture des messages du CMC, puis à la discrimination des dysfonctionnements à partir des instructions du FIM, auxquelles sont associées les actions correctives à entreprendre.

Ainsi, une panne intermittente non confirmée par les essais effectués conformément à l'AMM et au FIM ne conduit pas à déclarer le système en panne. Ce fut le cas à l'escale de Papeete, à la suite du vol AFR 070 du 2 septembre. En revanche, les essais réalisés le 4 septembre à Johannesburg ont permis de confirmer la panne. L'action recommandée consistait à remplacer l'antenne défectueuse.

1-16-8-2- Temps d'intervention pour le remplacement d'une antenne

Dans le cadre de l'enquête, il a été demandé aux ingénieurs de maintenance d'Air France et de SAA le délai généralement nécessaire pour changer une antenne.

- *Air France* :
 - trente minutes pour identifier et acheminer la pièce au pied de l'avion ;
 - une heure pour l'installation de l'antenne et les essais.

- *South African Airways* :
 - trente minutes pour identifier le P/N, rechercher et acheminer l'antenne à l'avion pendant qu'un autre technicien installe la plate-forme, ouvre le radôme et prépare le démontage ;
 - trente à quarante-cinq minutes pour le démontage et le remontage, les essais, la fermeture du radôme et l'enlèvement de la plate-forme.

1-16-9- Panne de radar survenue sur le 747-400 F-GITB en 1995

A l'issue du vol Los Angeles - Paris du F-GITB, le 21 mai 1995, la plainte suivante est portée au CRM : *"34-43-00 WXR ANTENNA FAIL REPORTED BY WXR/L WXR/R MSG 34005 INT (intermittent)"*. A l'escale de Paris, le responsable de la maintenance commande des tests au sol, un essai prolongé des systèmes et la vérification de la fréquence du message 34005 sur l'historique du radar. Ces actions effectuées, la réponse suivante est portée au CRM le 21 à 16 h 30 :

*"GND TEST RADAR EFFECTUE ® PASS
"ESSAI PROLONGE EN NORMAL ® BFG
"PAS D'HISTORY FAULT*

Le même jour, au cours du vol sur Los Angeles, l'alarme L ou R WXR FAIL apparaît temporairement avec perte de l'image, puis l'image radar réapparaît par moments. Parfois les deux systèmes du radar sont inutilisables. A l'issue du vol, l'équipage inscrit au CRM *"Present leg fault : MSG 34005 - 34-43-00 WXR Antenna fail reported by WXR-L"*. A l'escale, après vérifications, la réponse suivante est portée au CRM : *"ground test radar 1 et 2 OK"*. Lors de la poursuite du vol sur Papeete, le nouvel équipage constate des pannes intermittentes. A l'arrivée, le technicien inscrit sur le CRM : *" Info transmise à CDG"*.

Lors du vol retour, l'équipage note sur le CRM : *"MSG WXR FAIL sur les 2 ND sur radar 1 et 2 intermittent. Le passage sur test réactive le radar"*.

A l'arrivée à Paris, le responsable de la maintenance établit la fiche de travaux :

*"MSG 34025 et 34005
"Remplacer antenne radar suivant MM 34-43-03 / 401.*

La mention suivante est portée au CRM, le jour même à 08 heures :

*"Antenne radar remplacée
"S/N OFF 2006
"S/N ON 2268
"Essai et ground test BFG*

La fiche de travaux comporte l'indication *"pignon usé"* sur l'état du boîtier moto-réducteur. Ce boîtier n'a pas fait l'objet d'un examen particulier.

1-16-10- Bulletin Service concernant le boîtier moto-réducteur d'antenne

Rockwell-Collins a publié le 4 février 1994 un Bulletin Service non impératif applicable à ce type de radar (P/N 622 - 5136 - XXX , S/N 2629 et antérieurs) :

*"SERVICE BULLETIN NO 20
REDUCE WEAR OF GEAR ASSEMBLIES AND
PREVENT GREASE SEEPAGE FROM DRIVE ASSEMBLY"*

Les instructions du SB n° 20 ont pour but de remédier aux problèmes relatifs à la portée excessive d'éléments du mécanisme à l'intérieur du boîtier moto-réducteur et aux suintements de graisse de lubrification hors du mécanisme de fonctionnement en élévation. Ces problèmes ont été rapportés aussi bien en cours de production qu'en exploitation.

Ce SB n'avait pas été appliqué par Air France.

1-16-11- Dispositions prises par Air France

Après l'événement du 5 septembre 1996, deux pannes intermittentes de radar ont été provoquées par un mauvais fonctionnement du boîtier moto-réducteur d'antenne :

- le 28 octobre sur le F-GEXB ;
- le 6 novembre sur le F-GISB.

Air France a donc décidé d'effectuer une révision générale des boîtiers moto-réducteurs et d'appliquer le SB n° 20. Dès novembre, les modalités de remise à niveau des équipements ont été étudiées pour tous les avions équipés de ce type de radar (Boeing 747-400, Boeing 737-300, -400, -500 et Airbus A310).

La campagne de dépose, programmée pour tenir compte des problèmes d'exploitation et de disponibilité des pièces de rechange, s'est achevée en 1997.

1-16-12- Tolérances techniques concernant le radar embarqué

1-16-12-1- Aspects réglementaires

La MMEL ou liste minimale d'équipements de référence est utilisée par l'exploitant pour établir la MEL ou liste minimale d'équipements relative à chaque modèle d'aéronef. La MEL ne peut pas être moins restrictive que la MMEL.

Au titre de l'Etat constructeur, la MMEL est établie par la FAA. Pour le radar météorologique de bord, "ATA 34 - Navigation" , référence 43-1, la MMEL du Boeing 747-400 précise : "*weather radar : as required by FAR*" et la mise à jour du 29 août 1996 : "*Any in excess of those required by FAR may be inoperative*". Les FAR détaillent les conditions requises dans leur partie 14 CFR Ch.1 § 121.357, dont l'essentiel est :

"Un avion ne peut débuter un vol en conditions IFR ou VFR de nuit si des bulletins météorologiques en cours de validité indiquent que des orages ou autres conditions météorologiques présentant un risque potentiel, détectables par un radar météorologique embarqué, peuvent être raisonnablement envisagés le long de la route à suivre, sans que l'équipement radar météorologique de bord soit en condition d'exploitation satisfaisante."

La DGAC accepte tacitement cette MMEL comme référence, "as required by FAR" impliquant pour les exploitants français : "comme exigé par les règlements opérationnels", ce qui est conforme à l'OPS 1.030.

- Remarque : l'OPS 1 (Arrêté du 12 mai 1997), entré en vigueur le 1er avril 1998, est très proche des FAR. Il précise (1.670) que l'avion doit être équipé d'un radar météorologique embarqué pour être "exploité de nuit ou dans des conditions météorologiques de vol aux instruments dans des régions où des orages ou autres conditions météorologiques présentant un risque potentiel, détectables par un radar météorologique, peuvent être supposés exister sur le trajet".

La réglementation en vigueur à l'époque de l'événement était l'arrêté du 5 novembre 1987 relatif aux conditions d'utilisation des avions exploités par une entreprise de transport aérien. Dans le paragraphe 3.2.1 relatif aux avions exploités en régime de vol aux instruments, il est dit que l'équipement doit comporter *"un radar météorologique pour tous les avions certifiés de masse maximale au décollage supérieure à 5,7 tonnes"*.

La référence aux tolérances en courrier figurait dans l'annexe 4 à cet arrêté, relative au Manuel d'exploitation, section 9, chapitre 2 - Equipements généraux. Il y était précisé en particulier que *"le respect des procédures et limitations appropriées"* doit maintenir *"le niveau de sécurité en vol"*, ce qui était rappelé dans le préambule du chapitre MEL du manuel d'exploitation du Boeing 747-400.

- Remarque : les MEL de la compagnie ne sont pas soumises systématiquement et séparément à l'agrément de l'autorité. Air France établit ou modifie les MEL de ses avions en vertu d'un accord conclu avec la DGAC/SFACT, accord matérialisé par un document de travail daté du 24 mai 1993 selon lequel les items MEL, rédigés conformément à ce document, sont acceptés de fait. Ainsi, ce document précise pour le radar météorologique de bord : "peut être inopérant si les conditions météo. sont favorables".

1-16-12-2- Liste minimale d'équipements à l'époque de l'accident

La MEL en vigueur en septembre 1996 pour les Boeing 747-400 d'Air France (révision du 27 juillet 1996) était la suivante :

Délai de remise en état		1		2 Nombre installé	
Item				3 Nombre minimal requis pour entreprendre le vol	
				4 Remarques et/ou exceptions	
-43-1 RADAR METEO Weather radar	C	2	1		
	B	2	0	Un ensemble doit fonctionner et les informations doivent être présentées sur un ND lorsqu'il est prévu sur la route des orages ou autres précipitations potentiellement dangereuses et détectables au radar.	

On note qu'un système doit être opérant lorsque des orages ou des précipitations détectables par le radar sont prévus. Dans ce cas le délai de remise en état du second système est fixé à dix jours, à compter du lendemain 00 h UTC du jour où la plainte a été portée au CRM (délai de catégorie C). Si aucun des deux systèmes ne fonctionne, le délai de remise en état est de trois jours, toujours à partir du lendemain 00 h UTC (délai de catégorie B).

A titre de comparaison, la MEL concernant les Boeing 747-400 de SAA, transporteur couvrant essentiellement des routes sud-nord, était la suivante (mise à jour d'avril 1996) :

B747-400

SOUTH AFRICAN AIRWAYS DISPATCH DEVIATIONS MANUAL



ITEM No.	ITEM NAME	CONFIGURATION		AIRPLANE EFFECTIVITY
		NORMAL	MINIMUM	
34-43-1	Weather Radar Dual System	2	1	ALL

REQUIREMENTS/CONDITIONS/REMARKS:

1. One system may be inoperative for flights within 1500 nautical miles, provided repairs can be made at a station within this range.

SAA n'admettait pas la panne complète du radar embarqué. Un équipement au moins devait être opérant et l'ensemble réparé à la première étape possible, à condition qu'elle se trouve à moins de 1 500 NM du point de départ.

1-16-12-3- Evolutions ultérieures de la MEL

Le 30 octobre 1996, Air France a diffusé une révision temporaire¹⁴ :

Délai de remise en état	1	2 Nombre installé		3 Nombre minimal requis pour entreprendre le vol
Item				4 Remarques et/ou exceptions
-43-1 RADAR METEO <i>Weather radar</i>	C	2	1	
	B	2	0	Les deux ensembles peuvent être inopérants à condition que : - il s'agisse d'un vol de jour, et - le vol reste en conditions VMC, et - il n'y ait pas sur la route envisagée d'orage connu ou prévu.

Le vol de jour et les conditions de vol à vue sont prises en compte. En revanche il n'est fait allusion qu'au phénomène "*orage connu ou prévu*".

¹⁴ Cette révision temporaire a figuré dans la documentation de bord à l'état de bleu, en parallèle avec la MEL précédente, jusqu'en avril 1998, date à laquelle elles furent remplacées.

En avril 1998, cette révision temporaire était remplacée, laissant trois possibilités à l'équipage :

-43-1 RADAR METEO <i>Weather radar</i>	C	2	1	Un peut être inopérant.
	OU			
	A	2	0	Les deux peuvent être inopérant à condition que : a) il s'agisse d'un vol de jour, et b) le vol reste en conditions VMC, et c) il ne soit pas annoncé sur la route prévue des formations orageuses ou d'autres précipitations potentiellement dangereuses détectables au radar, et d) L'avion ne soit pas exploité ainsi plus de 25 HDV de vol ou 6 étapes, (première limite atteinte).
OU				
A	2	0	Les deux peuvent être inopérant à condition que : a) l'étape soit inférieure à 1200 NM, et b) il ne soit pas prévu de traversée de l'équateur, et c) le vol reste en conditions VMC, et d) il ne soit pas annoncé sur la route prévue des formations orageuses ou d'autres précipitations potentiellement dangereuses détectables au radar ,et e) L'avion ne soit pas exploité ainsi plus de 25 HDV de vol ou 6 étapes, (première limite atteinte).	

Par ailleurs, il est à noter que, dans une révision du 4 décembre 1997, confirmée dans celle du 14 août 1998, le préambule du chapitre MEL du Boeing 747-400 comporte une mention, portée en caractères gras, indiquant que la MEL est applicable "*jusqu'au moment où l'avion roule par ses propres moyens*". En revanche, la condition "*sous réserve que le niveau de sécurité en vol soit maintenu*", figurant dans l'édition de 1996, a été supprimée.

1-16-13- Examen des aménagements intérieurs de la cabine

1-16-13-1- Examen des bielles

L'expertise des bielles a été faite au CEAT, les 16 et 17 octobre 1996. Les représentants de la DGAC, du NTSB, de la FAA, d'Air France et de Boeing ont assisté à ces travaux. Toutes les données disponibles sur les dommages matériels et corporels ont été mises à la disposition des participants.

- *Examen des bielles prélevées sur l'avion*

Les examens ont porté sur neuf bielles de maintien des coffres à bagages centraux, dont celle rompue en partie médiane, et sur une bielle du meuble CCP ainsi que sur quatre embouts rotulés appartenant à ces bielles. Ces bielles avaient été démontées par des mécaniciens de la compagnie. Ceux-ci n'avaient pas repéré la longueur de vissage des embouts rotulés.

L'examen à la loupe binoculaire a montré que les ruptures sont de type statique après déformation en compression (tableau en annexe 13). Les examens micrographiques des bielles et d'un embout, réalisés sur des coupes, ont mis en évidence une microstructure normale. Le fibrage à proximité des filets de l'embout indique qu'ils sont roulés.

Les analyses chimiques ont montré que les échantillons satisfont aux exigences de la norme de l'alliage 2024 utilisé par le constructeur.

Des mesures de dureté (dureté Brinell) ont été faites sur des échantillons micrographiques. Les valeurs relevées sont normales.

- *Essais sur des bielles neuves*

Afin de déterminer les charges critiques en réalisant des essais de flambage, une bielle en parfait état apparent a été prélevée sur un autre B 747-400 d'Air France au niveau de la zone E et trois bielles neuves ont été fournies par Boeing.

Quatre essais ont eu lieu, tous en compression : trois ont conduit à la rupture de l'embout inférieur après déformation généralement importante, le dernier a entraîné le flambage du tube de bielle, à mi-longueur.

Deux groupes de résultats ont été mis en évidence (tableaux en annexe 13)

- embouts rotulés vissés au maximum : rupture dans le corps (charge maximale 869 daN) ;
- embout rotulé inférieur dévissé : rupture de l'embout inférieur (charge maximale comprise entre 679 et 699 daN).

Les essais ont permis d'estimer la charge critique de la bielle équipée (tube et embouts rotulés) pour des conditions d'enfoncement des embouts bien identifiées : il existe une longueur critique de dévissage d'un embout, au delà de laquelle la zone de rupture potentielle se déplace du corps vers la partie filetée en réduisant la tenue de l'ensemble.

Des valeurs, minimale, nominale et maximale, sont d'ailleurs fixées par le constructeur. Ainsi pour la bielle de type "B" qui s'est rompue en son milieu, 412U2503-72, les dimensions spécifiées sont respectivement, en pouces (in) : 54,32 in, 54,94 in, 55,56 in. Cette même bielle assemblée, pour une longueur de 55,669 in (1414 mm), a subi une rupture au niveau de l'embout inférieur à 437 daN après un effort maximal en flambage de 679 daN.

1-16-13-2- Examen des faux plafonds et des supports de moniteur vidéo

Les panneaux de faux plafond et de support de moniteur vidéo ont des dimensions peu importantes et sont constitués d'un matériau léger et rigide. Il n'a pas été jugé nécessaire de pratiquer d'examen approfondi sur ces pièces. Ce sont les attaches des panneaux qui ont été examinées.

- *Attaches des faux plafonds*

Deux attaches, verrouillées aux attaches correspondantes fixées sur le dessus des coffres à bagages latéraux, équipent la partie courbée des panneaux. L'autre extrémité des panneaux est insérée dans la feuillure du système de retenue, au-dessus des coffres à bagages centraux. Ces attaches, conçues en fonction des caractéristiques mécaniques des panneaux, sont réalisées en une matière plastique dure et rigide et sont rivetées aux panneaux.

Deux types de ruptures ont été constatés, soit au niveau des attaches, cassées, soit au niveau de la fixation sur le panneau, par arrachement de la partie rivetée. Les ruptures se sont produites à la suite des contraintes exercées sur les attaches une fois que la partie opposée s'est trouvée libérée de la feuillure : rupture d'une ou deux attaches ou rupture d'une attache puis arrachement de la partie rivetée de l'autre attache.

- *Attaches des supports de moniteur vidéo*

Les panneaux supports de moniteur vidéo comportent également deux attaches sur leur bord extérieur. De plus, deux équerres sont fixées sur la partie supérieure des coffres à bagages latéraux, entre les deux attaches, de façon à ce que la partie extérieure du panneau bute contre elles et que tout effort latéral vers l'extérieur soit supprimé. L'effort latéral vers l'intérieur est nul puisque le panneau est libre dans la feuillure.

Les moniteurs vidéo sont demeurés fixés à leur panneau. Ce sont les attaches des panneaux qui ont cassé. Comme pour les autres panneaux, la partie interne est sortie de la feuillure et le poids des moniteurs a arraché les attaches.

1-16-13-3- Conformité des aménagements au regard de la certification

- *Bases de la certification*

Tous les aménagements des Boeing 747-400 sont certifiés pour supporter les facteurs de charge suivants dans les différentes directions :

AVANT (forward)	ARRIERE (afterward)	HAUT (up)	BAS (down)	LATERAL (side)
9,0	1,5	2,0	4,9	1,5

Ces valeurs sont celles spécifiées dans la FAR 25.561 et le JAR 25.785.

Pour les bielles supportant les coffres à bagages centraux en zone E, en prenant l'exemple de la bielle de type "B" rompue en son milieu, les valeurs ultimes des forces calculées par Boeing à la conception sont de :

- 2 191 livres en tension, soit 2 233 lbf (livre.force) ou 993,4 daN,
- 591 livres en compression, soit 602 lbf ou 268 daN.

La certification exige :

- pour un facteur de charge de -2,0 (up), une force de 456 livres en compression, soit 468 lbf ou 206,7 daN ;
- pour un facteur de charge de +4,9 (down), une force de 1 105 livres en tension, soit 1 126 lbf ou 501 daN.

Les différents éléments, échelle et bielles, n'ont pas fait l'objet d'essais séparés. L'ensemble a été certifié globalement sur l'avion au cours des essais en vol.

- *Résultats de conformité des assemblages bielles-embouts rotulés*

Avant les essais réalisés au CEAT (§ 1-16-13-1), des essais préliminaires ont été effectués par l'avionneur à Everett (Washington, USA) le 9 octobre 1996. Ils ont porté uniquement sur la bielle 412U2503-72, bielle B "témoin", équipée de ses deux embouts rotulés, l'assemblage étant à la longueur maximale spécifiée. Les résultats obtenus à la rupture sont les suivants :

- en tension, à la longueur de 55,566 pouces, rupture au niveau de l'œil de l'embout rotulé inférieur : 3 927 livres, soit 4 002 lbf ou 1 780,5 daN ;
- en compression, à la longueur de 55,572 pouces, flambage de la partie inférieure du tube au-dessus du filetage de l'embout rotulé inférieur : 1 423 livres, soit 1 450 lbf ou 645 daN, puis en tension, jusqu'à rupture à ce niveau pour une charge de 3 637 livres (3 708 lbf ou 1 649 daN).

Ces valeurs correspondent respectivement à 180 % et 240 % de la charge calculée à la conception. Ce dernier résultat est à comparer à l'essai réalisé au CEAT pour lequel l'effort maximal en compression atteint 679 daN (1 526 lbf), c'est-à-dire 1 497 livres.

A la suite de la rupture des bielles, Boeing a utilisé le facteur de charge précédemment calculé de -1,5 à la station 2170 (rang 53/54) pour déterminer les forces appliquées en compression sur l'assemblage échelle-bielles (type 412U2500). Pour ce calcul, le poids du coffre à bagages était de 4,5 livres par pouce, soit près de 81 kg au mètre linéaire. La résultante des forces verticale et latérale était :

- pour la bielle du côté gauche 368 livres, soit 375 lbf ou 169 daN,
- pour la bielle du côté droit 308 livres, soit 314 lbf ou 139,6 daN.

- *Tentative d'explication des ruptures de bielles lors de l'événement*

Après quelques hypothèses avancées par Boeing, réfutées au cours de l'enquête, un certain nombre d'éléments ont été rappelés au constructeur :

- soixante et un passagers ont embarqué en zone E (pour 118 sièges), et se sont répartis dans cet espace à demi rempli ;
- l'utilisation des coffres à bagages centraux, basée sur les sièges attribués à l'embarquement, ne portait que sur dix-huit personnes ; selon le témoignage des agents d'Air France à l'arrivée, aucun bagage lourd n'avait été embarqué et rangé dans les coffres centraux ;
- deux passagers ont heurté le dessous des coffres centraux, 46EF et 50GH, seuls à présenter des traces d'impact¹⁵ ;
- à 21 h le service était terminé, tous les chariots étaient rangés ; au moment de l'événement, la projection du film était également terminée et la plupart des passagers dormaient.

Des éléments de calcul ont été proposés à Boeing pour qu'il les développe. La réponse reçue en octobre 1998 n'éclaire pas totalement le processus des ruptures, ce dont le constructeur convient, mais apporte des éléments utiles à sa compréhension.

Les faits concernent les dommages supportés en zone E par :

- les bielles du côté droit, aux stations 1820, 1980, 2060, 2140 et 2180 ;
- les trois bielles à la station 1900 ;
- le fond des coffres à bagages aux stations 1940 (46EF) et 2060 (50GH).

L'hypothèse de départ consiste à considérer l'énergie au moment du heurt des coffres endommagés par les occupants des sièges 46E et 50H :

- masse de chaque passager : 77 kg ;
- distance entre le sommet de la tête du passager et le fond de coffre : 0,61 m ;
- accélération normale : -1,5g (up).

Cela conduit Boeing aux résultats suivants :

- la vitesse d'impact a été d'environ 4,3 m/s ;
- la distance de décélération, compte tenu de la rigidité de la structure, a été de 7,6 cm ;
- la force générée lors d'un impact a été d'environ 890 daN ;
- la transmission des efforts aux bielles de trois stations du côté droit a fait apparaître des forces de compression s'élevant à 702 daN ("body station" BS 1900), 748 daN (BS 1980), 1 012 daN (BS 2060) ;

¹⁵ D'autres passagers ont heurté des compartiments à bagages (cf. § 1.15.1) en zones E, D et B. Aucune trace de choc n'a été relevée à la partie inférieure de ces coffres.

- à la suite des impacts, sous le facteur de charge de -1,5, la structure elle-même est remontée, occasionnant la rupture en compression des bielles gauche, à la station 1900, et droite, à la station 2140.

Le constructeur conclut : *"The scenario and assumptions used for both stages of analyses are purely speculative and not intended to be limiting. They are based on the physical evidence of the accident identified by the BEA. This is one possible set of conditions from a wide range of variables and should not be considered a final conclusive analysis, but an indication of what may have happened and is intended to show the magnitude of the forces involved when unbelted passengers are subjected to turbulent conditions. The design cases for the stowage bins do not include the effects of impacts by passengers or other articles, as prescribed by the regulations"*.

- *Justifications de conformité des panneaux de faux plafond*

Par conception, les panneaux de faux plafond, y compris ceux supportant les moniteurs vidéo, peuvent bouger latéralement, leur partie interne étant libre à l'intérieur de la feuillure, ce qui évite qu'une partie des charges subies par l'avion soit transmise aux panneaux eux-mêmes. Par ailleurs l'installation et la dépose en sont facilitées.

Les panneaux ont été conçus de telle sorte que des défaillances limitées, sans ruptures, soient possibles, en cas de décompression par exemple. Il en est ainsi du dégagement du bord interne de la feuillure, cette partie ne devant pas tomber plus bas que la partie supérieure du coffre à bagages central sur lequel elle reposera. Cette condition sera effectivement réalisée tant que les attaches externes resteront intactes. La défaillance de ces attaches n'avait pas été envisagée par l'avionneur qui n'avait donc pas étudié un système de retenue supplémentaire.

1-16-13-4- Incidents antérieurs concernant les moniteurs vidéo

Un premier SB, n° 747-25-2959, avait été diffusé le 23 septembre 1993 :

<p>SUBJECT : EQUIPMENT FURNISHING - PASSENGER COMPARTMENTS - VIDEO MONITOR SHROUD/SUPPORT CHANGE</p>

Il faisait état de criques en fatigue apparues sur des supports de moniteur, criques provoquées par les vibrations liées à l'exploitation de l'avion. Ce SB, révisé le 25 mai 1995, détaillait les opérations relatives au changement de supports sur les panneaux de faux plafond.

Le 4 décembre 1995, une autre défaillance était mise en évidence par Air France sur le Boeing 747-400 F-GISC : lors d'une turbulence en approche de Johannesburg, un panneau équipé d'un moniteur vidéo est tombé en zone D sur le siège (non occupé) 36C situé dessous. L'examen par Boeing de l'ensemble des attaches de panneau de faux plafond a confirmé un défaut de fabrication qui lui

avait été signalé quelque temps auparavant. Des procédés de fabrication plus rigoureux ont alors été mis en œuvre.

Dès la mi-décembre 1995, Air France, en accord avec Boeing, a pris les mesures nécessaires pour renforcer la fixation des panneaux supports en installant des butées sur les coffres à bagages. Les opérations à accomplir ont fait l'objet de lettres-télex du constructeur au mois de janvier 1996. Les exploitants ont été avertis le 9 février 1996 de la disponibilité des nouvelles attaches pour équiper les avions livrés avant cette date.

Le 19 juin 1996, Boeing a reçu un autre rapport concernant la chute d'un panneau support de moniteur, à la suite de la rupture des attaches. L'avionneur a donc décidé d'étudier l'amélioration de la conception du système de fixation.

1-16-13-5- Alert Service Bulletin sur les supports de moniteur

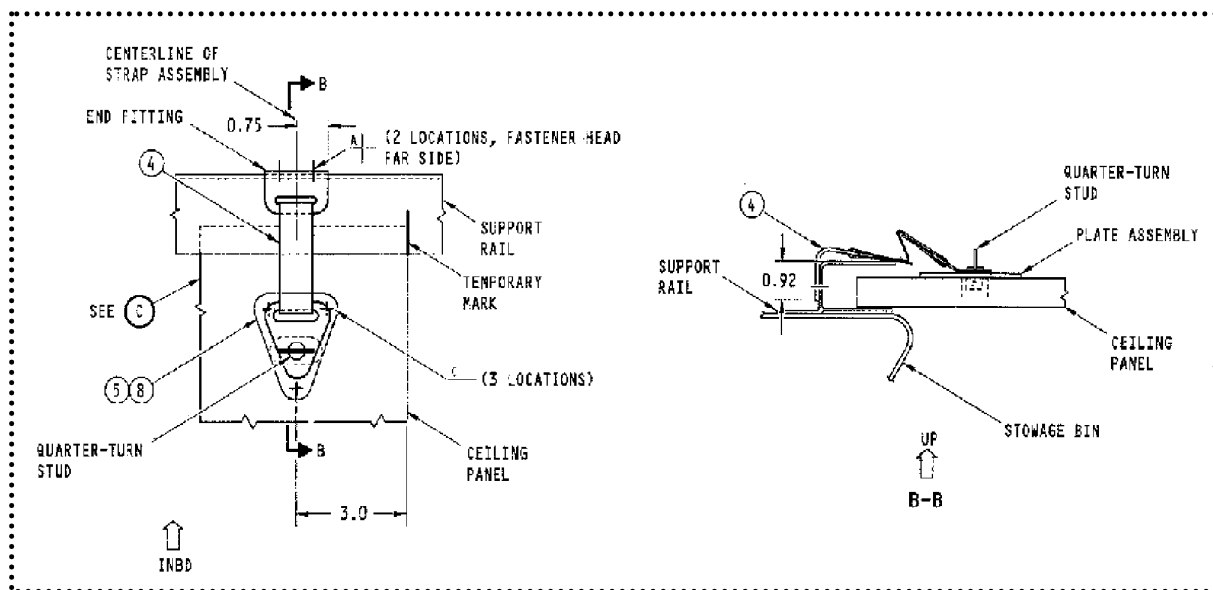
Le 16 octobre 1997, Boeing a diffusé un "Alert Service Bulletin" sous le numéro 747-25A3142.

<p>SUBJECT : <i>EQUIPMENT/FURNISHINGS - PASSENGERS COMPARTMENT - INSTALLATION OF SUPPORT STRAPS ON THE CEILING PANELS THAT SUPPORT VIDEO MONITORS</i></p>
--

Le bulletin demande d'équiper les panneaux supports de moniteur de deux attaches sur le côté interne, celui dont le bord est inséré dans la feuillure. La fixation à la structure est réalisée au niveau du rail support porté par le compartiment à bagages central.

La validation du programme a été faite sur un 747-400 combi d'Air France, le F-GISD (avion RT 074¹⁶), préalablement à la diffusion de l'ASB. Boeing recommande l'accomplissement des travaux dès la première opération d'entretien présentant les opportunités requises en pièces détachées, personnel et temps.

¹⁶ L'avion RT074 a la configuration d'un avion de groupe 2, comme les douze autres que possède Air France. Le modèle 747-400 comporte des configurations classées en vingt-sept groupes pris en compte dans ce SB .



Cet ASB fut immédiatement approuvé par la FAA. Comme tout SB ou ASB, il fut envoyé directement aux exploitants et à la DGAC. Ces bulletins ne font pas l'objet de consignes particulières de la part de la DGAC, leur application étant laissée à l'appréciation des exploitants. Le BEA et le NTSB étaient favorables à l'émission d'une consigne de navigabilité afin de rendre l'ASB obligatoire. Le 9 novembre 1998, la FAA émettait une NPRM (*Notice of proposed rulemaking*) portant sur la mise en conformité des attaches avec l'ASB dans un délai de vingt-quatre mois à partir de sa mise en application (cf. annexe 14).

1-16-14- Antécédents sur les essais relatifs à la certification

Jusqu'à présent, la FAA et les JAA ont considéré que les essais statiques étaient représentatifs des facteurs de charge correspondant aux limites de la certification et n'ont pas envisagé de procéder à des essais dynamiques.

Le 20 novembre 1991, la FAA avait émis une NPRM concernant certains Boeing 737 et 757. Elle prévoyait le renforcement des fixations des coffres à bagages et le remplacement de certains assemblages de contrefiches et bielles.

Ce projet faisait suite à l'accident survenu à un Boeing 737 de British Midlands le 8 janvier 1989, près de Kegworth, Leicestershire (UK). Dans son rapport publié en octobre 1990, l'AAIB recommandait que la certification exige que les coffres "*remain attached to the fuselage structure when subjected to dynamic crash pulses substantially beyond the static load factors currently required.*"

Des essais statiques conduits par la FAA montrèrent que les dommages obtenus n'étaient pas comparables à ceux constatés au cours d'un accident. Des essais dynamiques réalisés séparément sur des coffres de Boeing 737 et Boeing 757 montrèrent qu'ils ne satisfaisaient pas à la condition de facteur de charge longitudinal de 9 adoptée en statique.

Le 27 décembre 1991, un MD-80 de la compagnie Scandinavian Airlines System s'écrasait au décollage de Stockholm-Arlanda. Sur les cent vingt-trois passagers et six membres d'équipage, huit furent grièvement blessés et trente-neuf autres subirent des blessures légères. L'examen de la cabine a montré que les points d'ancrage de plusieurs coffres à bagages avaient lâché et que les coffres avaient heurté la tête des passagers.

En mars 1992, le NTSB adressait à la FAA une série de recommandations dont trois portaient sur la réalisation d'essais dynamiques des coffres à bagages dans le cadre de la certification :

- *"Amend the appropriate subparts of 14 CFR 25.561 to establish and require dynamic testing standards for overhead stowage bins and all bin component fixtures. (Class II, Priority Action) (A-92-13)"*
- *"Require that transport category airplanes manufactured after a certain date be equipped with overhead stowage bins and component fixtures that meet the requirements of dynamic test standards. (Priority Action) (A-92-14)"*
- *"Develop a timetable that will require the modification of all bins and component fixtures currently in service on transport category airplanes in order to meet the new dynamic tests standards as cited in A-92-13. (Class II, Priority Action) (A-92-15)".*

Un échange de courriers eut lieu entre la FAA et le NTSB. En août 1994, la FAA concluait qu'il n'était pas besoin d'exiger des essais dynamiques ou de modifier les facteurs de charges en statique pour conduire la certification.

Le 23 janvier 1996, le NTSB adressait une dernière réponse à la FAA dans laquelle il précisait *"that overhead stowage bins should be able to withstand dynamic bending and torsional inertia forces without separating from their fuselage attachments..."*. En conclusion, il classait les recommandations émises en 1992 : *"Closed - Unacceptable Action"*.

1-17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1-17-1- Manuels Air France

Divers manuels sont à la disposition des équipages d'Air France, aussi bien pour leur information que pour définir et préciser des procédures. Ce sont en particulier¹⁷ :

- le manuel d'utilisation de l'avion (MANUEL TU),
- le manuel Généralités Lignes (GEN. LIGNES),
- le manuel sur la sécurité et le sauvetage (GEN. MSS),
- le livret Haute altitude,
- le Complément aux Routiers Atlas et aux Manuels de lignes.

¹⁷ En 1997 un autre manuel a été diffusé : le manuel Généralités Opérations (GEN. OPS).

1-17-1-1- Procédures générales

- *Renseignements météorologiques avant le vol (GEN. LIGNES 2.30)*

La documentation météorologique doit couvrir tout le vol, en durée et en couverture géographique. Il est précisé qu'elle est "*remise à l'équipage au stade de la préparation du vol...*" et, une ligne après, qu'elle "*doit être fournie à une heure aussi proche que possible de l'heure du départ*".

Pour les vols long-courriers par exemple, les TEMSI, cartes de vents et températures en altitude, SIGMET, TAF des aérodromes de départ, d'arrivée et de décollage composent la base du dossier météorologique. Les TAF des aérodromes en route font également partie intégrante de ce dossier et permettent "*l'étude des conditions météorologiques de surface*". Comme toutes les données de surface, les TAF sont édités à partir du système SAGE.

Des données complémentaires sur les vents et températures à différents niveaux et à la tropopause sont également disponibles au travers du système OCTAVE, alimenté par le CMPZ de Bracknell.

- *Responsabilité des services concernés par les pannes (GEN. LIGNES 2.85)*

Une organisation générale définit les modalités relatives à l'information des services centraux en cas de panne en vol ou en escale et aux décisions à prendre : il s'agit d'une instruction concernant les avis et consignes à donner par les organismes d'Orly ou de Roissy lors de dépannages en escale. Le Quart Opérations assure la centralisation et la coordination de l'information. A ce titre, il est "*le premier destinataire de toute information en provenance des escales et relative à la nature de la panne ou à la conduite du dépannage*".

Les consignes d'Air France en escale précisent que la division entretien de l'avion sujet à une panne "*doit être nécessairement informée de la panne et, si besoin, consultée sur la conduite du dépannage*". La division d'entretien en ligne (ME.LK) peut être consultée dès lors que "*se pose un problème particulier relatif aux moyens en personnel et en matériel existant en escale*". Les informations techniques sont également acheminées vers la division PNT concernée qui,

- "*si le dépannage ne peut être totalement ou partiellement effectué, examine les conditions opérationnelles de réalisation du vol (qualification de l'équipage, conditions météorologiques, caractéristiques d'infrastructure, règles et conseils du Manuel d'utilisation de l'avion, etc.)*";
- "*si elle est amenée à ne pas autoriser l'exécution du vol, confirme le motif de sa décision dans le message transmis à DT.HU.*"

Cette instruction définit également les prérogatives du commandant de bord qui peut, en toutes circonstances, "*prendre une décision plus restrictive que celle des organismes centraux quant à la possibilité d'exécuter un vol*".

- *Dépannage et tolérance en courrier*

"Dans un premier stade, toutes les informations relatives à un incident survenu à un avion doivent être adressées à DT.HU" qui prend alors les contacts nécessaires avec les différents services concernés. En particulier, "les possibilités de dépannage et les conséquences du retard éventuel de l'appareil en panne" sont étudiées avec les escales d'Orly et de Roissy. Dans un second temps, les informations sont à adresser à tous les organismes intéressés suivant les modalités consignées dans un tableau (GEN. LIGNES 2.85.21). Une procédure particulière concerne une panne affectant "un équipement, accessoire ou ensemble, non disponible à l'escale", c'est le télégramme "ALERTE DEPANNAGE PIECE", envoyé quelle que soit la possibilité de dépannage. L'élaboration de ces messages requiert la participation du PNT et ils doivent être visés et, éventuellement, modifiés ou complétés par le CdB. Ces messages doivent être remis au PNT et joints au CRM. Par ailleurs un message "fin de dépannage", adressé à la division entretien et sur lequel les tolérances acceptées sont précisées, est "envoyé par l'escale aussitôt après le debriefing de l'équipage".

Si le dépannage de certains équipements n'est pas possible, l'avion peut être utilisé à condition que le niveau de sécurité en vol soit maintenu par l'application de procédures opérationnelles ou de maintenance. Généralement, la proposition de tolérance technique est faite par l'organisme chargé du dépannage, *"après vérification des conditions d'application"*. Le cas échéant, la consultation de la MEL permet au commandant de bord de décider d'une tolérance technique, limitée aux procédures prescrites dans le manuel d'utilisation de l'avion.

Les tolérances relatives aux pannes intermittentes sont levées *"après dépannage et essai satisfaisant au sol par les services d'entretien"*. Le GEN. LIGNES précise : *"La réparation ou le remplacement des équipements concernés est à faire, si possible, à la première escale pourvue des moyens nécessaires. Ceci est valable quelle que soit la classification du délai de remise en état (A, B ou C)"*.

- *Consignes de sécurité en vol (GEN. MSS)*

Pour le vol en atmosphère turbulente, le manuel sur la sécurité et le sauvetage distingue deux cas : la *"turbulence légère"* et la *"turbulence sévère ou pressentie comme telle"*.

En cas de turbulences faibles, seule la consigne n° 1 "Attachez vos ceintures" est allumée par le CdB qui s'assure que le PNC effectue l'annonce correspondante en cabine. Celui-ci doit s'assurer que tous les passagers regagnent leur place et s'attachent. Le service à bord se poursuit.

Lorsque la turbulence est forte ou *"sévere"*, ou *"pressentie comme telle"*, le commandant de bord allume les deux consignes n° 1 et n° 2 (Défense de fumer) et annonce : *"ICI LE POSTE DE PILOTAGE, turbulences, PNC assis, attachés"*. Cette annonce signifie pour les PNC *"l'obligation de s'asseoir et de s'attacher (ceinture et harnais) après rangement rapide du matériel"*. Le service est interrompu et un PNC effectue l'annonce suivante en cabine : *"... Nous entrons dans*

une zone de fortes turbulences. Pour votre sécurité, veuillez regagner votre siège, attacher et ajuster votre ceinture."

Jusqu'en 1997, les consignes de sécurité relatives aux bébés prévoyaient, outre un dispositif approuvé, la possibilité d'être tenus dans les bras de leur accompagnateur en turbulence faible. Dans les mises à jour suivantes du GEN. MSS, une seule consigne est demeurée, selon laquelle les bébés doivent être *"attachés ou sanglés dans un dispositif approuvé (siège auto) en cas de turbulence sévère, (les bébés en groupes resteront sanglés dans les berceaux)"*.

Avant le départ le CCP ou le CC s'informe auprès du CdB des risques de turbulence. En croisière normale, les consignes en vigueur précisent que le PNC *"rappellera si nécessaire"* la recommandation de maintenir la ceinture attachée pendant tout le vol et *"vérifiera que les passagers assis ou couchés sur plusieurs sièges sont bien attachés"*. Aucune mention ne concerne les bébés.

Dans le cas où un risque de turbulence existe, le CdB peut être amené à maintenir la consigne n° 1 allumée *"de façon prolongée"*. Afin d'éviter la négligence qui peut en résulter de la part des passagers quant au respect de cette consigne, le PNC doit *"rappeler à intervalles réguliers... que les ceintures doivent être attachées"*.

- *Réglementation particulière des Etats*

Dans le Complément aux Routiers Atlas, diverses informations sont fournies pour les pays survolés, notamment : "autorisation de survol et d'atterrissage", "communications", "météo", "consignes d'exploitation".

Au chapitre Afrique, dans les généralités, il est mentionné au paragraphe "Règles de vol dans les TMA" : *"Pour toutes les TMA situées dans les FIR/UIR BRAZZAVILLE, DAKAR, N'DJAMENA, NIAMEY..., ainsi que celles de Lomé et Cotonou, le commandant de bord est tenu d'envoyer, 10 minutes avant l'heure prévue d'arrivée au point d'entrée, un message d'autorisation."*

Pour le Burkina Faso, au paragraphe "Communications", il est écrit : *"Contact 10 minutes avant entrée TMA OUAGADOUGOU."*

1-17-1-2- Procédures d'utilisation avion en turbulence

Dans le chapitre "Vol en atmosphère turbulente" du manuel d'utilisation du 747-400, des procédures conditionnelles sont définies :

- la vitesse d'entrée en turbulence est de 290 à 310 kt ou Mach 0,82 à 0,85 ;
- la sortie de volets est à retarder le plus longtemps possible, l'avion pouvant faire face à de plus forts facteurs de charge en configuration lisse ;
- pour éviter un pompage ou une extinction des réacteurs, l'allumage continu des réacteurs doit être sur ON dès la rencontre de la turbulence ;

- l'utilisation de l'amortisseur de lacet permet de limiter les embardées en dérapage et en roulis ;
- l'utilisation du pilote automatique est recommandée ; afin de réduire les changements d'assiette, le mode ALT HOLD est à utiliser en croisière plutôt que le contrôle de la vitesse longitudinale par des actions sur la profondeur ;
- en turbulence extrême, il peut être nécessaire de débrayer l'automanette : le FMS gèrera la poussée qui sera affichée par l'équipage, poussée qu'il ne modifiera que pour contrer une tendance inacceptable de la vitesse en diminution ou en augmentation ;
- si le pilotage manuel est devenu nécessaire, le "trim" de l'avion est à effectuer en fonction de la vitesse choisie pour ne plus être modifié ; les corrections d'assiette "*doivent être souples et délibérées*" et "*des variations d'altitude doivent être tolérées*".

Le même manuel contient également les consignes à appliquer pour la préparation du cockpit en cas de turbulence, de façon à éviter une situation de désordre, telle celle survenue lors de cet événement.

1-17-2- Assistance à l'escale de Johannesburg

L'escale Air France de Johannesburg est installée dans des locaux situés dans l'aérogare. C'est une escale dite "OCTAVE", elle assure toute la préparation des vols. Outre l'effectif administratif et commercial, le personnel est composé d'un chef d'escale, de deux agents chargés des opérations et du chargement, d'un agent d'exploitation de piste et d'un technicien de maintenance chargé de l'entretien en ligne.

En l'absence du technicien d'Air France, la SAA dispose à l'escale de la documentation technique nécessaire au soutien logistique des 747-400. Le service SAA/FOAM détient de plus une clef permettant d'avoir accès au local du technicien, en vue de la consultation des documents techniques et, éventuellement, du prélèvement d'équipements disponibles dans la dotation d'Air France. Il est à noter qu'il n'y avait pas de dotation d'antenne.

A l'époque de l'accident, des travaux importants avaient lieu dans l'aérogare. Les locaux de l'escale avaient été déplacés provisoirement –en fait, depuis plusieurs mois– et étaient réduits à un bureau pour la chef d'escale et à une grande pièce attenante où s'effectuaient la préparation des vols et les activités administratives et commerciales. C'est là que les équipages prenaient connaissance des dossiers de vol, sans moyens propres (mobilier, informatique, communications).

Conformément au GEN. LIGNES (2.30.1), chaque escale doit mettre en œuvre les moyens nécessaires pour que les équipages puissent étudier les dossiers présentés et obtenir les informations nécessaires. L'étude d'un dossier par l'équipage "*se fait en escale dans un espace prévu à cet effet, avec des écrans informatiques, imprimantes, documentation et téléphone*". Le cas échéant (GEN. LIGNES 2.30.7), si une situation imprévue ou une difficulté se présente, "*le Dispatch reste la solution de recours*". Le PNT a ainsi les facilités matérielles pour

"contacter directement par téléphone le service central à CDG qui lui apportera toute l'aide nécessaire".

1-17-3- Centre de Dispatch d'Air France

1-17-3-1- Rôle et attributions

La documentation interne d'Air France sur la fonction opérations aériennes détaille un certain nombre de règles générales relatives à l'assistance des vols. Les activités du centre de Dispatch concernent en particulier :

- la veille H24 ;
- l'assistance aux escales et équipages en vol lors de situations particulières ;
- le suivi des avions en temps réel (assurer la coordination technique, veiller à la qualité des informations échangées) ;
- l'obtention des autorisations de survol.

En cas de situation imprévue le rôle du centre de Dispatch consiste à *"fournir toute l'aide utile aux équipages en s'assurant qu'ils disposeront bien... des consignes et de la documentation appropriée".*

Pour les aéronefs en vol, les équipages peuvent établir des contacts avec le responsable de permanence en utilisant l'indicatif "Dispatch", soit avec le centre de Dispatch en HF/BLU ou par liaison satellite, soit en VHF sur la "fréquence compagnie" ou la fréquence de l'escale de CDG.

Afin d'assurer le service attendu par les escales ou les équipages, le personnel du centre de Dispatch se coordonne avec les différents services opérationnels de la compagnie *"ainsi qu'à l'extérieur avec les organismes de la circulation aérienne"* ou d'autres organismes.

Dans le cas des incidents d'exploitation, les actions engagées au niveau du centre nécessitent une remontée des informations vers sa hiérarchie. Les solutions proposées sont soumises à l'approbation des chefs de divisions PNT, des chefs de réseaux lignes ou de DT.HU (permanence H24).

1-17-3-2- Moyens à la disposition du centre de Dispatch

Que ce soit au centre de Dispatch même ou par l'intermédiaire d'autres services de la compagnie, toute la documentation, officielle (AIP, NOTAM...) et Air France (routiers, GEN. LIGNES, ...), est disponible. Les moyens informatiques nécessaires aux activités du centre y sont également concentrés. Les accès aux banques de données (AEROMET, IRA pour les cartes et messages météorologiques par exemple) sont également à la disposition du dispatcher.

Enfin, celui-ci peut obtenir toute information complémentaire auprès de tout service ou organisme officiel ou de toute escale Air France par téléphone, télécopie, télex ou par l'intermédiaire d'un service ou d'une escale de la compagnie.

1-18 Renseignements supplémentaires

1-18-1- Témoignages

Des entretiens et des comptes rendus écrits ont permis de préciser certains faits rapportés ou d'effectuer des recoupements. Ils proviennent :

- de l'escale Air France à Johannesburg,
- de la maintenance SAA/FOAM à Johannesburg,
- du centre météorologique de Johannesburg,
- de l'équipage technique et de cabine du vol AFR 437,
- du centre de Dispatch Air France,
- de la Direction de la qualité et de la sécurité des vols d'Air France,
- du Service de sécurité des vols d'Air Afrique et du PNT du RKA 134.

Le BEA a également reçu un certain nombre de témoignages de la part de passagers du vol. Pour la plupart, ils s'ajoutaient aux réponses au questionnaire adressé aux passagers blessés.

1-18-1-1- Escale Air France à Johannesburg

En l'absence du technicien, le personnel de l'escale a dit ne pas connaître le système de gestion qu'il utilise et n'avoir pas recherché les références de l'antenne radar. La chef d'escale a servi d'interlocuteur au service FOAM.

Le technicien d'Air France, ancien d'UTA, a déclaré bien connaître l'Afrique occidentale où il est resté en poste "*de nombreuses années*", ainsi que les dangers liés à la mousson. Il était environ 17 h 45 quand il a téléphoné à l'escale pour un motif extra professionnel. Informé de la panne du radar et du projet de départ en tolérance technique, il a confirmé que l'escale ne possédait pas d'antenne en dotation et a signalé à la chef d'escale qu'un emprunt hors pool devait être demandé à SAA, l'absence de radar en cette saison étant un "no go" pour la plupart des grandes compagnies. Il a proposé de se rendre à l'aéroport et a fait part au commandant de bord de ses réserves sur un départ sans radar. Celui-ci a répondu que la MEL permettait de partir sans radar de bord.

1-18-1-2- Maintenance SAA/FOAM à Johannesburg

Outre les témoignages écrits, l'enquêteur du BEA s'est entretenu avec le directeur de la maintenance de SAA, l'ingénieur mécanicien de service le 4 septembre et le technicien avionique qui avait été chargé de l'ouverture du radôme pour relever le P/N de l'antenne. Les opérations réalisées sont consignées au FOAM.

Air France n'ayant pas d'accord de maintenance systématique avec SAA, les caractéristiques des équipements de ses Boeing 747 ne figurent pas dans la base de donnée du FOAM. Les interventions sur les avions en escale sont des opérations de routine, sauf quand une réclamation particulière est portée au CRM. Le technicien compétent et le responsable de la maintenance proposent les mesures à mettre en œuvre aux représentants de la compagnie assistée.

Après la décision d'intervention, le technicien reçoit directement ses instructions du FOAM et lui rend compte. Ces procédures ont été appliquées pour la panne radar du 4 septembre jusqu'à ce que la chef d'escale informe le responsable de la maintenance du départ en tolérance technique. Un ingénieur mécanicien s'est alors rendu à l'avion. L'OPR lui ayant confirmé la décision de départ, il a fait interrompre l'intervention en cours sur le radôme.

- Remarque : l'OPR a déclaré n'avoir rencontré personne dans le cockpit ni vu de plate-forme en place pour l'ouverture du radôme.

1-18-1-3- Centre météorologique de Johannesburg

Deux météorologistes de service préparent les dossiers et les mettent à la disposition des agents d'opérations ou des équipages. Des renseignements complémentaires et des briefings peuvent également être fournis, ainsi que des commentaires sur les images satellitaires disponibles. Un moniteur posé sur le comptoir permet de consulter, avec le concours d'un prévisionniste, les images fixes et les animations en noir et blanc ou en couleurs.

Les équipages de plusieurs compagnies aériennes viennent s'informer au centre météorologique : c'est toujours le cas pour les équipages de SAA, souvent pour ceux de British Airways, irrégulièrement pour ceux de Lufthansa. Les prévisionnistes rencontrés n'avaient jamais vu d'équipage d'Air France.

1-18-1-4- Equipage du vol AFR 437

- *Préparation du vol*

Le commandant de bord a dit avoir compris qu'il n'y avait pas d'antenne de rechange car, pour lui, l'expression qui a été employée, "*pas d'appro*", signifiait qu'il n'y en avait pas, ni à l'escale, ni à SAA. Les informations concernant les tentatives de dépannage du radar ne lui ont pas été communiquées.

Pour l'équipage, la possibilité de départ en tolérance technique ne faisait aucun doute, elle était conforme à la MEL.

Le commandant de bord n'a pas fait de briefing à l'équipage de cabine. Il a succinctement informé le CCP qu'un "*incident technique était la cause du retard*", "*un problème sur le radar*" et qu'une "*route différente était prévue*". Il a informé le CCP du non dépannage du radar à son retour à bord.

- *Le vol jusqu'à l'événement*

Le commandant de bord a informé les PNC que des turbulences pouvaient se produire sur la *"totalité du parcours"* et que le déplacement des passagers devrait s'effectuer sous leur contrôle. La consigne d'attacher les ceintures fut allumée très tôt, entre une et deux heures après le décollage. Le PNT a précisé avoir utilisé régulièrement la fréquence de veille 126,9 MHz pour se signaler aux autres vols.

Vers 00 h 00, environ un quart d'heure après avoir dépassé Accra, l'avion survolait Tamale et les pilotes ont déclaré avoir observé *"des éclairs à basse altitude"*. Lors d'un entretien, l'un d'eux a précisé qu'ils apercevaient *"une zone orageuse"*.

Selon l'équipage technique, c'est à environ 20 NM de Ouagadougou que l'avion a pénétré dans une couche nuageuse dense. Quelques turbulences étaient ressenties. Le PNF aurait effectué une altération de cap de 20° vers l'ouest et sélectionné les modes de pilotage automatique HDG/SELECT et ALT/HOLD. Il aurait également diminué la vitesse de Mach 0,88 à Mach 0,85, vitesse maximale en condition de turbulence et appliqué la procédure d'allumage maximum continu pour les moteurs (en fait, ces dernières actions prennent place vers 00 h 13). Le PNC a été avisé que des turbulences plus fortes pouvaient survenir. Le radar de bord aurait été mis sur "ON", il indiquait toujours "ANTENNA FAIL". La visibilité était nulle, des feux de Saint-Elme sont apparus sur l'encadrement du pare-brise, la turbulence est devenue forte pendant deux ou trois minutes puis a été suivie d'une accalmie. Des PNC ont observé des éclairs.

- *L'événement*

Les turbulences ont repris fortement. L'avion vibrait. La consigne numéro deux (Défense de fumer) a été allumée. Alors que les turbulences s'intensifiaient, une hôtesse a fait une annonce en français d'une voix si *"forte et persuasive"* que même les passagers étrangers ont compris qu'il fallait s'attacher d'urgence. Elle n'a eu que le temps de s'asseoir, les turbulences extrêmes se sont déclenchées. Des *"éclairs phénoménaux"* étaient visibles.

De nombreux passagers et des PNC se sont trouvés projetés en l'air puis sont retombés durement. Certains ont rapporté avoir ressenti le *"trou noir"* quelques secondes ou fractions de secondes. Les zones D et surtout E étaient dans un désordre indescriptible, de nombreux panneaux de faux plafond étaient tombés, les moniteurs droit et gauche du rang 50, toujours fixés à leur panneau, pendaient dans l'allée. Dans la zone E, la rangée centrale des coffres à bagages s'était effondrée, de nombreux dossiers et accoudoirs de sièges étaient écrasés.

Le cockpit était en désordre, une sacoche de pilote et de la documentation de bord avaient volé dans l'habitacle et leur contenu s'était éparpillé. Des alarmes résonnaient et illuminaient le poste, le manche était bloqué en arrière, de *"vingt centimètres environ"*.

Aussitôt le pic de l'événement passé, les deux pilotes ont dû tenir ensemble les commandes de vol et les manettes de poussée pour reprendre le contrôle de l'avion.

- *Le vol après l'événement*

Pendant toute la durée des turbulences extrêmes il était impossible de bouger. Les membres d'équipage qui étaient de repos ont regagné leur poste plusieurs minutes après le début de l'événement. Après avoir regagné le cockpit, le CdB est resté sur le siège observateur pour terminer les contrôles avant de descendre en cabine. Dans les conditions du moment, l'équipage a conservé l'automanette car elle paraissait bien "*étaler*" les variations d'attitude de l'avion sur les trois axes.

C'est en contrôlant les aménagements de la cabine arrière que le CdB a constaté qu'un panneau bloquait un câble de commande de gouverne. Au moment où il réussissait à le dégager, le manche est parti brusquement vers l'avant. L'OPR, d'abord surpris, a constaté que les commandes étaient redevenues normales.

Un sifflement provenant des portes arrière 5 gauche et 5 droite a persisté durant tout le vol. Les messages d'alarme concernant ces portes sont demeurés affichés, mais sans alarme de dépressurisation.

Le conflit avec le vol Lufthansa prend place après que l'AFR 437 a atteint le niveau 330. Malgré le message d'urgence lancé sur la fréquence de veille, l'équipage du DLH 565 a refusé de laisser la priorité de niveau au vol Air France. Même après l'envoi du message de détresse "MAYDAY" sur la même fréquence, puis relayé par le CCR d'Alger, la situation est demeurée inchangée.

Après l'inventaire des blessures effectué par les PNC et les médecins, le commandant de bord a été informé qu'un passager était dans un état grave. Il a rapporté avoir étudié les possibilités de déroutement sur Dakar, Tunis, Casablanca, Alger ou Marseille. Compte tenu des conditions météorologiques ou des incertitudes concernant les secours sur certains terrains, il a choisi Marseille.

1-18-1-5- Centre de Dispatch d'Air France

La responsabilité du choix de la route incombe au commandant de bord. Le Dispatch n'a qu'une fonction d'aide à l'équipage.

Le contact avec le commandant de bord a eu lieu parce que l'escale ne pouvait éditer le nouveau plan de vol. Le TEMSI du CRPZ de Toulouse a été consulté uniquement pour comprendre le choix de la nouvelle route.

1-18-1-6- Direction de la qualité et de la sécurité des vols d'Air France

Le chef d'escale n'a pas à s'occuper de la maintenance. "*En cas d'absence du technicien, il existe un interlocuteur*", la compagnie assistante.

Le dossier de vol est préparé par l'agent d'opérations. Il *"n'est pas prévu dans les procédures Air France"* que le commandant de bord aille à la recherche de renseignements, *"sauf dans le cas où il manque des informations"*.

L'incompréhension sur les possibilités de dépannage a résulté d'un *"manque de communication"*.

Les messages relatifs aux pannes en vol ou en escale font partie des procédures. Le délai prescrit n'est pas toujours respecté et c'est un message de synthèse qui est alors envoyé après le départ de l'avion, souvent sans que le PNT ait participé à son élaboration et que le CdB l'ait signé, comme ce fut le cas ce jour-là.

1-18-1-7- Passagers

Quelques passagers ont appris qu'une panne de radar était la cause du retard. Lors du départ il leur aurait été dit que le radar était *"réparé"*. Pour d'autres, il s'agissait à l'origine d'un *"problème technique"* et au moment du départ il leur aurait été annoncé la *"fin des contrôles"*.

La projection du film en cabine était terminée bien avant l'événement. Beaucoup dormaient. Ils avaient détaché leur ceinture pour plus de confort. Un passager a indiqué avoir remarqué la lumière des éclairs par les interstices des volets de hublots avant le déclenchement des turbulences. Certains ont déclaré qu'avant l'événement proprement dit l'avion vibrait en même temps que les turbulences le secouaient.

La quasi-totalité des passagers a fait part de son angoisse et nombre d'entre eux de leur crainte de voir l'avion s'écraser.

1-18-1-8- Service de sécurité des vols d'Air Afrique et équipage du RKA 134

L'Airbus A310 du vol RKA 134 était bloqué au parking. Une *"violente tornade"* sévissait au-dessus de Ouagadougou. La violence des vents au sol était telle que l'avion au parking vibrait et menaçait de se soulever. L'équipage a dû sortir les aérofreins.

L'aéroport de Ouagadougou a été fermé jusqu'à 00 h 30, heure du décollage effectif.

1-18-2- Réglementation sur les ceintures de sécurité

L'arrêté du 5 novembre 1987, en vigueur le jour de l'événement, contenait les dispositions suivantes sur l'utilisation des ceintures de sécurité (chapitre 8 - Chargement et passagers) :

- *"Les passagers doivent être assis et attachés sur un siège individuel par une ceinture ou un harnais de sécurité et observer les consignes de sécurité toutes les fois que le commandant de bord en donne l'ordre."*
- *"L'attention des passagers doit être attirée avant le vol ou au début du vol sur l'intérêt pour leur sécurité de garder leur ceinture bouclée toutes les fois qu'ils occupent leur siège en dehors des moments du vol où cela est obligatoire."*

Cet arrêté précisait en outre que, sauf dispositif approuvé (allusion aux berceaux suspendus), tout enfant de moins de deux ans doit être dans les bras de l'accompagnateur, en dehors de la ceinture.

Pour les périodes de vol autres que les phases de décollage et d'atterrissage, l'OPS 1, entré en vigueur en avril 1998, contient des dispositions analogues dans la sous-partie D "Procédures opérationnelles", 1.320 :

- 1.320 b 1 : *"... dès qu'il l'estime nécessaire dans l'intérêt de la sécurité, le commandant de bord doit s'assurer, directement ou par délégation, que chaque passager à bord occupe un siège ou un berceau avec sa ceinture de sécurité ou son harnais, si installé, correctement attaché."*
- 1.320 b 2 : *"L'exploitant doit prescrire des mesures et le commandant de bord doit s'assurer, directement ou par délégation, qu'une occupation des sièges de l'avion par plusieurs personnes n'est autorisée que sur des sièges spécifiés et seulement dans le cas d'un adulte et d'un bébé correctement attaché par une ceinture supplémentaire ou un autre système de maintien"*.

1-18-3- Règles de l'air

Le règlement de la circulation aérienne, "RCA 1 - Règles de l'air", précise que :

- paragraphe "3.6 - Clairance" : *"Si un pilote commandant de bord n'est pas ou n'est plus en mesure de respecter une clairance qui lui a été délivrée, il doit en informer au plus tôt l'organisme de contrôle concerné."*
- paragraphe "3.9 - Comptes rendus en vol", sous-paragraphe "Compte rendu de position" : *"A moins d'en être exempté par l'autorité compétente des services de la circulation aérienne ou par l'organisme intéressé de la circulation aérienne dans des conditions spécifiées par la dite autorité, un aéronef en vol contrôlé doit transmettre à cet organisme, dès que possible, un compte rendu de position au passage de chaque point de compte rendu obligatoire porté à la connaissance des usagers par la voie de l'information aéronautique."*
- paragraphe "3.9 - Comptes rendus en vol", sous-paragraphe "Communication de renseignements" : *"Les incidents constatés au cours d'un vol et de nature à entraîner des dangers ou des difficultés pour la circulation aérienne doivent être signalés dès que possible aux organismes de la circulation aérienne."*

L'OPS 1.420 (g) relatif au "Compte rendu d'événements" précise : *"Le commandant de bord doit notifier à la station au sol concernée, dès qu'il le peut, toute condition potentiellement dangereuse rencontrée en vol telle que : ... (2) ou un phénomène météorologique ;"*.

1-18-4- Réglementation sur les trousse de secours et d'urgence à bord

L'équipement à bord était conforme à la réglementation en vigueur (arrêté du 5 novembre 1987). Il comportait trois trousse de premier secours appelées "boîtes à pharmacie" et une trousse d'urgence dite "boîte docteur" (annexe 11). Chaque PNC disposait d'une trousse individuelle attribuée en propre. Dans l'arrêté de 1987 figure une précision restrictive relative à la trousse d'urgence : *"Tout avion de 30 passagers et plus doit emporter une trousse d'urgence lors des vols de plus de 3 000 km s'il s'éloigne à plus de 60 minutes de vol d'un aérodrome accessible"*.

Depuis le 1^{er} avril 1998, l'OPS 1 (1.745) impose quatre trousse de premier secours sur les avions configurés pour trois cents passagers et plus. Il est également précisé (1.755) qu'un aérodrome accessible doit être un aérodrome où pourrait exister une *"assistance médicale qualifiée"*.

1-18-5- OACI - Annexes 3 et 11

L'Annexe 3 à la Convention relative à l'aviation civile internationale traite de l'assistance météorologique à la navigation aérienne. Elle est complétée par un manuel des pratiques de météorologie aéronautique, le Document 8896.

Des éléments de cette Annexe sont repris ou référencés dans l'Annexe 11 relative aux "Services de la circulation aérienne".

1-18-5-1- Prévisions de zone et centres météorologiques

- *Centre régional de prévision de zone*

Les centres régionaux de prévision de zone et les Etats contractants doivent prendre les dispositions nécessaires pour que, entre autres, ces centres fournissent *"les cartes de temps significatif, les messages de prévision du temps significatif et les amendements en langage clair..."*

L'Annexe 3 rappelle que les CRPZ doivent amender les prévisions du temps significatif en route, en particulier en conditions de givrage d'aéronef ou de turbulence, dans les cas suivants :

- manifestation nouvellement prévue ;
- erreur de position prévue des phénomènes ;
- augmentation ou diminution d'intensité.

- *Centre météorologique d'aérodrome*

Il est recommandé que les centres météorologiques d'aérodrome utilisent *"les produits du système mondial de prévision de zone pour établir la documentation de vol"*. Cependant, l'administration chargée de la météorologie du pays concerné a

toute latitude pour *"déterminer dans quelle mesure un centre météorologique d'aérodrome élaborera des prévisions ou fera usage de produits provenant de WAFC [CMPZ] ou de RAFC [CRPZ] et d'autres sources."*

- *Centre de veille météorologique*

Un Etat contractant doit établir un ou plusieurs centres de veille météorologique (CVM) ou prendre les dispositions nécessaires pour qu'un autre Etat le fasse. Le CVM doit :

- a) assurer une veille des conditions météorologiques influant sur l'exploitation des vols dans sa zone de responsabilité,*
- b) établir des renseignements SIGMET et autres messages relatifs à sa zone de responsabilité,*
- c) fournir aux services de la circulation aérienne qui lui sont associés des renseignements SIGMET et, s'il y a lieu, d'autres renseignements météorologiques,*
- d) diffuser les renseignements SIGMET...*

Il est admis que la veille météorologique dans les régions à faible densité de circulation peut se limiter à *"la période où des vols sont prévus"*.

1-18-5-2- Observations d'aéronef et comptes rendus d'aéronef

On distingue :

- des observations régulières à effectuer *"aux points ou intervalles de compte rendu ATS"* (service de trafic aérien) d'ailleurs intitulés sur les cartes de navigation *"points de compte rendu ATS/MET"* ;
- des observations spéciales à effectuer lorsque l'aéronef rencontre *"une forte turbulence ou un fort givrage"*, ou chaque fois que les conditions météorologiques rencontrées *"peuvent compromettre la sécurité ou influencer sensiblement l'efficacité de l'exploitation d'autres aéronefs"*.

1-18-5-3- Prévisions

L'Annexe 3 attire l'attention sur *"la variabilité des éléments météorologiques dans l'espace et dans le temps"* ainsi que sur les *"limites des techniques de prévision"*.

Il est inscrit en préambule *"... que la valeur spécifique de l'un quelconque des éléments indiqués dans une prévision est la valeur la plus probable... De même, lorsque l'heure d'apparition ou de variation d'un élément est indiquée dans une prévision, cette heure doit être interprétée comme représentant l'heure la plus probable"*.

En cas de modification significative des conditions par rapport aux prévisions, des amendements sont à réaliser et à diffuser dans les délais les plus brefs.

1-18-5-4- Renseignements SIGMET

Les renseignements SIGMET concernant des phénomènes météorologiques en route sont à établir et à communiquer par un centre de veille météorologique dès lors qu'ils sont *"de nature à influencer la sécurité de l'exploitation aérienne"*. Ils doivent préciser l'évolution dans le temps et dans l'espace et être établis et communiqués dès la prévision réalisée ou au plus tard, dès l'apparition du phénomène.

La liste des phénomènes concernés par les SIGMET comporte en particulier :

- les orages : obscurcis, noyés, fréquents, de ligne de grains... ;
- la turbulence forte.

1-18-5-5- Assistance aux exploitants et aux équipages de conduite

Les renseignements météorologiques à fournir aux exploitants et aux équipages de conduite sont destinés à servir :

- au planning avant le vol ;
- aux équipages avant le départ ;
- aux équipages en vol.

Pour aider les équipages et les agents d'opérations qui participent à la préparation des vols, *"le centre météorologique affichera les derniers renseignements disponibles"*, tels que :

- renseignements SIGMET ;
- cartes des conditions présentes et cartes des conditions prévues ;
- images satellitales et / ou nephanalyses ;
- images radar.

1-18-5-6- Renseignements destinés aux services de la circulation aérienne

Comme pour une tour de contrôle ou un contrôle d'approche, certains renseignements météorologiques doivent être transmis au centre ou service d'information de vol (CIV ou SIV) ou au centre de contrôle régional par le centre météorologique associé :

- messages d'observations régulières et spéciales ;
- prévisions d'aérodromes et amendements éventuels ;
- prévisions de vents et températures en altitude ;
- phénomènes météorologiques significatifs ;
- renseignements SIGMET ;
- tout autre renseignement qui peut être demandé par un équipage en vol.

De même (Doc. 8896) *"les organes ATS sont également tenus de transmettre rapidement aux centres météorologiques tous les comptes rendus de vol qu'ils reçoivent s'ils contiennent des renseignements météorologiques"*.

2- ANALYSE

L'analyse chronologique des événements permet de détecter les dysfonctionnements qui ont conduit à l'accident. Ces événements sont concentrés sur le vol et sa préparation, l'événement initial étant la panne du radar météorologique de bord lors du vol Le Cap - Johannesburg.

Un certain nombre de facteurs précurseurs sont à considérer : ils correspondent aux vols du F-GITF depuis le 25 août. Ils sont à rapprocher de l'événement antérieur survenu au F-GITB en mai 1995, qui fut sans suite car traité rapidement. Les autres éléments qui seront analysés sont les environnements opérationnel et technique du vol.

Parallèlement, il faut souligner les actions de l'équipage après l'accident, l'organisation des secours, la coordination efficace et la coopération des organismes du contrôle d'Alger et de Marseille. Ces actions ont permis de maîtriser la situation et, vraisemblablement, de diminuer la gravité de ses conséquences.

2-1 Chronologie des événements

Le vol AFR 437 est parti du Cap le 4 septembre à 14 h 02 et est arrivé à Marseille le 5 septembre à 04 h 40. De nombreux événements se sont produits au cours de cette période de plus de quatorze heures et demie. L'établissement d'une chronologie aussi précise que possible apparaissait nécessaire, d'abord pour identifier les lacunes et rechercher auprès des témoins les informations manquantes, ensuite pour trier les témoignages, les confronter et les utiliser avec le plus de discernement possible.

Après les premières semaines, la plus grande partie des faits était connue mais il manquait des précisions relatives à ces faits et leur enchaînement. Ultérieurement, les témoignages obtenus des passagers, pour la plupart étrangers, et les transcriptions des radiocommunications pertinentes ont permis de lever les doutes résiduels. Cette tâche a demandé plus de dix-huit mois.

La chronologie établie en annexe 15 est aussi précise que possible. Pour les faits issus des enregistreurs de vol ou des radiocommunications, les temps indiqués sont précis. Pour les faits issus de témoignages qui ont été vérifiés et corrélés entre eux et aux enregistreurs de vol et aux radiocommunications, les incertitudes sur les temps sont inférieures à cinq minutes.

2-2 Le vol

2-2-1- Préparation du vol

A Johannesburg, l'agent d'opérations a proposé à l'équipage de relève d'effectuer la préparation du vol à l'avion pour libérer plus rapidement l'équipage descendant. Il paraît difficile de concevoir qu'un vol de dix heures à travers le continent africain puisse se préparer sans un minimum de moyens matériels. Les consignes d'Air France sont précises : un local, un téléphone, des moyens informatiques. Il est vrai que l'escale ne disposait provisoirement pas de locaux appropriés mais les moyens nécessaires pour préparer le plan de vol étaient disponibles.

Quand l'équipage s'est rendu à bord pour préparer le vol, il savait que le radar était en panne et que la maintenance allait intervenir. La consultation du TEMSI lui a montré que les conditions atmosphériques ne permettaient pas d'envisager le vol sans radar météorologique. Trois possibilités s'offraient à lui :

- reporter le vol du temps nécessaire à une réparation effective ;
- étudier les conditions météorologiques sur différentes routes possibles et en choisir une sur laquelle le radar n'était pas nécessaire ;
- annuler le vol.

Il pouvait exister d'autres possibilités dont la compagnie aérienne a la maîtrise, mais elles sortent du cadre de la présente analyse.

Aucune des trois options citées ci-dessus n'a été réellement évaluée. La troisième option était évidemment la plus pénalisante, à tous points de vue : mécontentement certain des passagers, importantes difficultés pour le personnel de l'escale ayant à organiser l'hébergement de plus de deux cents personnes pour la soirée, la nuit et une grande partie de la journée du lendemain. Il n'apparaît pas qu'elle ait été discutée entre le commandant de bord et la chef d'escale, ni peut-être même envisagée. La première option, qui pouvait impliquer le débarquement de passagers et même déboucher à terme sur l'annulation du vol, n'a jamais non plus été réellement examinée, alors que c'était la plus facile à choisir dans un premier temps puisqu'elle donnait le temps de réfléchir posément à une solution de repli satisfaisante. En effet, aucune estimation du temps nécessaire pour la réparation n'a été demandée par l'équipage ni fournie à celui-ci. Il n'y a même pas eu d'indication sur le délai nécessaire pour savoir si le dépannage était possible. La décision d'emprunter une nouvelle route a été conditionnée en partie par le fait que l'équipage avait déjà pris possession de l'avion ; il était sur le départ, contexte extérieur oublié et l'embarquement des passagers était en cours. Le fait de redescendre à terre et de se rendre à l'escale pour étudier la nouvelle route n'a d'ailleurs fait que conforter le commandant de bord dans sa décision, puisqu'il était en train de l'exécuter.

L'événement a montré des problèmes d'organisation et un important défaut de communication entre les différents acteurs. Ils ont abouti à une incompréhension totale, aggravée par le fait que l'équipage de conduite s'était fait son opinion sur

une impossibilité de dépannage et mettait déjà en œuvre les moyens d'un départ en tolérance technique. En arrière plan, il y avait l'aspect commercial, comme pour les tolérances identiques des jours précédents : partir à l'heure ou avec un minimum de retard.

Deux aspects particuliers de la préparation du vol seront considérés : les renseignements météorologiques disponibles et le traitement de la panne.

2-2-1-1- Choix d'une nouvelle route et renseignements météorologiques

Le dossier remis par l'agent d'opérations était un dossier standard. Il contenait les informations nécessaires à la réalisation du vol Johannesburg-Paris par la route habituelle directe.

- *La carte TEMSI*

C'est sur la seule indication de la carte TEMSI qu'a été choisie la nouvelle route. Le TEMSI du CRPZ de Toulouse, présentait également un couloir, mais dessiné un peu différemment et écornant l'axe Accra-Gao ; cette carte présentait aussi des différences sur l'Afrique centrale équatoriale où les zones nuageuses étaient moins importantes et discontinues, ce qui s'est confirmé dans les faits. La position saisonnière du front intertropical, prévue correctement sur le TEMSI du CRPZ, schématise la limite nord de la mousson. Sur le TEMSI de Pretoria, le FIT ne figurait pas, enlevant ainsi à l'équipage un élément d'appréciation complémentaire. Les différences entre les deux cartes, s'il en avait disposé, auraient peut-être amené le CdB à douter de la précision de leur représentation. De plus, si l'équipage avait été conscient des conditions climatiques liées aux différentes saisons, il ne se serait sans doute pas aventuré, de nuit et sans radar de bord, sur cette route en cette saison.

Le commandant de bord, en particulier, était un habitué de la ligne sur Johannesburg. Au cours des années antérieures, il avait réalisé quelques vols sur l'Afrique occidentale, de même que l'OPL d'ailleurs ; mais son expérience récente ne comprenait pas cette région, aux conditions climatiques particulières, dont l'évolution peut être très différente de celles d'Afrique centrale équatoriale. Bien que les pilotes aient reçu lors de leur préparation à la qualification 747-400 une documentation récente incluant une climatologie complète de l'Afrique, ils semblaient avoir perdu de vue ces réalités.

Le responsable du centre de Dispatch de CDG n'a pas non plus réalisé ce qu'impliquait le changement de route demandé. Comme le commandant de bord, il s'est satisfait des indications relatives de la carte TEMSI, il n'a pas demandé d'information supplémentaire ni n'en a référé à la Direction des Opérations. Il est cependant vraisemblable que le Dispatch aurait réagi si un "couloir" n'avait pas figuré sur le TEMSI du CRPZ.

L'événement montre donc que les agents au sol et les navigants des compagnies aériennes devraient être mieux informés des particularités de l'information

météorologique et de la signification des documents, de leur validité et de leurs implications.

- *Les prévisions d'atterrissage des terrains de déroutement*

Les seules prévisions d'aérodrome figurant dans le dossier concernaient la route directe. Le plan de vol prêt et les points de report répertoriés sur la nouvelle route, l'équipage devait, conformément aux consignes de la compagnie et aux règles de l'art, prévoir les éventuels déroutements. Pour cela, il lui fallait rechercher les TAF couvrant les aérodromes d'Afrique occidentale centrale, ce qui l'aurait amené vraisemblablement à prendre conscience de la véritable situation météorologique qui régnait sur la région. Mais ni l'agent d'opérations ni les pilotes n'ont pensé à compléter le dossier météorologique.

- *Le centre météorologique de Johannesburg*

Il peut paraître surprenant, compte tenu de la faiblesse du dossier, qu'aucun membre de l'équipage n'ait envisagé de se rendre au centre météorologique ou tout au moins de s'informer par téléphone.

L'agent d'opérations a dit qu'il n'y avait pas d'autre TEMSI et qu'aucune photo de satellite n'était disponible. Ces réponses ont paru suffisantes. D'ailleurs, selon le commandant de bord et la Direction de la qualité et de la sécurité des vols d'Air France, d'une façon générale il n'est pas dans les "*procédures*" de la compagnie que l'équipage se déplace ou cherche par lui-même des informations météorologiques complémentaires, "*sauf dans les cas où il manque des informations*".

Il est indéniable pourtant qu'il manquait des informations. Or elles étaient disponibles et le centre météorologique de Johannesburg propose en permanence à la consultation des équipages un système d'imagerie satellitale METEOSAT. De plus, un service personnalisé est rendu par un prévisionniste qui est à même de fournir des précisions sur l'évolution des systèmes nuageux. Parallèlement, il peut être amené à commenter et, éventuellement, critiquer le TEMSI s'il est différent de l'évolution prévisible des systèmes détectés sur l'imagerie satellitale. L'équipage et, paradoxalement, le personnel de l'escale paraissaient ignorer les possibilités offertes.

2-2-1-2- Traitement de la panne

L'absence du mécanicien d'escale titulaire, en congé, et du mécanicien itinérant, de repos, ainsi que l'absence d'accord de dépannage systématique avec SAA constituaient un ensemble de circonstances difficiles à maîtriser. En fait ce soir-là le temps a été principalement perdu à essayer de joindre le mécanicien de repos. Trois quarts d'heure s'étaient écoulés, il était déjà 17 h 40. Le départ était initialement prévu à 17 h 25 et aucun progrès n'avait été réalisé.

Pourtant le personnel du FOAM avait l'accès à la documentation technique Air France disponible dans le local du technicien. Après de vaines recherches dans

son propre fichier, il a préféré chercher les références de l'antenne directement sur l'avion. L'ouverture du radôme constitue une opération lourde en termes de moyens et pénalisante en temps, qui n'est entreprise qu'en dernier ressort. Ce choix permettait cependant de vérifier également l'état physique de l'antenne et de préparer son remplacement. Cette solution, peut-être plus coûteuse en temps de recherche, présentait l'avantage de minimiser ensuite la durée nécessaire au remplacement de l'antenne.

Son interprétation de la situation météorologique et de la MEL avait conduit le CdB à considérer qu'un départ en tolérance technique était possible. Le temps qui s'écoulait sans nouvelles sur un possible dépannage l'a confirmé dans cette voie, sans qu'il tente d'analyser plus avant la situation et envisage d'autres options.

A son retour à Paris, il a déploré que personne ne l'ait informé sur l'état d'avancement ou sur les délais de dépannage du radar. La préparation du nouveau plan de vol sur une route non standard l'a accaparé totalement, ce qui explique que le manque d'information au sujet du dépannage ne l'ait pas inquiété jusque vers 17 h 15, d'autant plus qu'il pensait qu'il n'y avait "*pas d'appro*". A partir de cet instant cependant, en attendant la réponse du Dispatch, il pouvait être plus réceptif aux actions de son entourage : de toute évidence, il n'y a pas eu alors non plus de concertation entre les différents intervenants alors que le CdB aurait dû être informé en temps réel des actions en cours ou s'inquiéter d'une absence d'intervention. Ce n'est effectivement pas au CdB de s'immiscer dans les tâches de maintenance et de chercher à connaître les raisons précises empêchant ou rendant difficile un dépannage. Malgré tout, il est surprenant qu'au cours des vingt minutes qui ont précédé sa décision de départ en tolérance technique, il n'ait pas demandé de précisions sur les travaux en cours et que le manque de communication entre tous les intervenants ait été aussi total.

A 17 h 45, quand le mécanicien d'Air France a téléphoné à l'escale et a fait part de ses réserves sur un départ sans radar de bord, le commandant de bord venait de recevoir le plan de vol sur la nouvelle route. Sa décision était prise, le départ était imminent, il n'a pas tenu compte de l'opinion formulée par le mécanicien. Il est à remarquer que ces réserves, quoique fondées, ne pouvaient à strictement parler constituer un avis autorisé que le commandant de bord devait considérer.

2-2-1-3- La prise de décision

La période de deux heures consacrée à la préparation du vol a été marquée par des actions inadéquates quant à la recherche d'un dépannage rapide du radar et par des lacunes dans les communications entre les membres de l'équipage de conduite comme avec le personnel de l'escale. Des incompréhensions en ont résulté, inexplicables et difficilement explicables, à moins de considérer que la décision du départ à tout prix avait été prise dès l'arrivée à l'avion. L'enchaînement des opérations commerciales, techniques et opérationnelles, ayant conduit à cette décision sans concertation, sans recherche de solution rationnelle, montre un manque de rigueur peu compatible avec la préparation d'un vol long courrier.

En fait, c'est probablement plus complexe : si le départ en tolérance technique était effectivement envisagé a priori, la décision n'est intervenue que progressivement. En effet, ce qui était un déroutement envisageable au début s'est confirmé implicitement, de proche en proche, en même temps que le temps s'écoulait. Les deux OPL et le personnel de l'escale présent n'ont pas participé à l'étude du problème à résoudre. Ils ont attendu la décision du commandant de bord et l'ont acceptée sans objection.

- Remarque : le rôle de certains intervenants au cours des deux heures qu'a duré l'escale n'a pu être déterminé avec précision. Il semble que les deux copilotes aient été très effacés et que l'agent d'opérations ait eu un rôle marginal. De son côté, la chef d'escale paraît avoir été cantonnée dans ses tâches commerciales et la communication avec l'équipage réduite à la transmission des messages échangés avec la maintenance SAA/FOAM. Il est probable qu'un certain ascendant du commandant de bord, pilote d'expérience habitué de la ligne, et l'absence sur place d'un technicien aient contribué à cette lacune dans les communications.

Ainsi, le CdB est parfois, au moins pendant la préparation du vol et pour toute prise de décision majeure, un homme seul. Les consignes d'exploitation prévoient l'envoi de messages d'incident qui devraient amener la Direction des Opérations ou de la Maintenance à intervenir auprès de l'escale et de l'équipage en temps réel afin de les aider à résoudre le problème. Si cette procédure était effectivement suivie, elle permettrait peut-être aussi d'équilibrer l'autorité innée liée à la fonction de commandant de bord et d'impliquer plus largement les autres personnels. Il ne semble pas que le message d'incident qui aurait dû être envoyé à DT.HU dès la confirmation de la panne du radar l'ait été en temps réel. Vraisemblablement il a été envoyé après le départ de l'avion et ne paraît pas avoir éveillé un quelconque intérêt à Paris, jusqu'à ce que l'événement ait été connu.

Au sol, la décision a été prise sur la base des seules informations du TEMSI, mal interprété. En route, les conditions impliquées par la tolérance technique ont été perdues de vue alors que la poursuite du vol devait être remise en cause si la situation météorologique évoluait différemment de celle prise en compte.

2-2-2- Gestion du vol jusqu'à l'événement

Le commandant de bord et l'OPL ont rejoint l'avion à 18 h. Dans l'intervalle l'OPR avait entré une partie des données du plan de vol dans le système de gestion de vol, au moins jusqu'au niveau de croisière. En arrivant à l'avion, l'OPL a effectué la visite prévol extérieure. L'avion a quitté le bloc à 18 h 15. Un quart d'heure pour toutes les tâches peut paraître insuffisant pour un contrôle complet de l'avion, en particulier pour la vérification de données entrées dans le FMCS. Il est quand même vraisemblable que ces vérifications se sont poursuivies pendant la montée, les conditions du début du vol étant favorables.

Le CdB avait choisi la vitesse de Mach 0,88 pour rattraper un peu de retard, sachant qu'il disposait d'un excédent de carburant. Cette vitesse n'est pas recommandée. De plus, selon la Direction des Opérations, même la vitesse Mach 0,87 prévue sur le plan de vol ne semblait pas justifiée, car coûteuse en carburant, compte tenu de l'importance du retard accumulé.

Le début du vol se déroulait calmement. Malgré les coefficients de turbulence modérée prévus sur le plan de vol, aucun phénomène ne se produisait. Par précaution, le CdB avait cependant décidé d'allumer la consigne n° 1 (Attachez vos ceintures), et demandé au PNC de surveiller le déplacement des passagers dans la cabine. C'était une mesure de sécurité pertinente. Cependant, une durée de vol aussi longue ne permet pas une vigilance sans faille. Quant aux passagers, une impatience compréhensible apparaît au bout de quelques heures quand le vol demeure calme, ce qui fut le cas pendant les six premières heures. De plus ils avaient déjà attendu le départ près de deux heures à Johannesburg et ceux ayant embarqué au Cap étaient dans l'avion depuis près de onze heures.

Même si, au départ, des incertitudes subsistaient sur la possibilité d'effectuer le voyage en tolérance technique, l'équipage s'est trouvé conforté dans sa décision au fur et à mesure que le vol se déroulait sans problème (atmosphère calme, pas de nuages) et cela jusqu'à la côte d'Afrique occidentale. Aucun risque d'aucune sorte n'apparaissait. Tout était paisible. La vigilance a diminué.

Lorsqu'à partir de 00 h 00 le vol s'est effectué en IMC, sans radar météorologique et au sein d'une zone orageuse, l'équipage n'a pas réalisé qu'il devait intégrer cette situation nouvelle et gérer le vol différemment. Ayant eu un vol particulièrement serein jusque là, sa réaction a été tardive à tous les niveaux, il n'a pas anticipé, il a subi les événements. Pourtant il avait eu trois avertissements, dont deux qui lui laissaient un temps suffisant pour changer la route de l'avion.

- *Interrogations ACARS*

Vers 22 h 50, lorsque l'OPL a interrogé l'ACARS pour obtenir les derniers TAF sur la région, les conditions prévues sur Ouagadougou laissaient présager des masses nuageuses et des probabilités d'orage. Quelle que soit l'interprétation qu'il faisait de la MEL, l'équipage devait prendre en compte la situation de tolérance technique liée à l'absence du radar météo. En effet, la MEL, dans son introduction, reprenait les dispositions de l'arrêté de 1987 prévoyant "*le respect des procédures et limitations appropriées*" au maintien de la sécurité en vol. Les pilotes ont toutefois pu penser que ces orages, s'ils se déclenchaient, seraient visibles de loin et par conséquent évitables. Ils ont pu aussi considérer que la probabilité de 30 % était faible (c'est une analyse propre à la compagnie, mais dans le seul cas où l'équipage est amené à considérer l'atterrissage). Ils ignoraient en effet probablement que, malgré l'utilisation d'un pourcentage, il n'existe que deux valeurs, modérée ou forte. Lors de l'enquête, il est apparu que beaucoup de pilotes n'en sont pas conscients. Une échelle à deux valeurs de risque serait mieux perçue. Quant aux éventuels SIGMET sur la région que l'avion devait survoler, l'équipage n'y était pas sensibilisé puisqu'il n'en avait pas fait la demande en même temps que les TAF. Il n'y en avait d'ailleurs pas.

- *Entrée dans la zone orageuse*

Vers minuit, lorsqu'il a aperçu une zone orageuse, l'équipage n'a pas envisagé de se dérouter ni de réveiller le CdB. Une nouvelle fois, l'absence de détection radar ne l'a pas conduit à modifier ses procédures. Le PF a seulement diminué la vitesse et mis l'allumage des réacteurs sur maximum continu, conformément aux consignes en cas de turbulence. Cette précaution s'est révélée rapidement utile, lorsque les turbulences ont commencé puis sont devenues.

Aucun rappel effectif de la consigne n° 1 n'avait été effectué depuis sa mise en vigueur trois heures trente auparavant. Quelques minutes avant l'événement, l'information du PNC par le PNT sur des turbulences éventuellement "*plus fortes*" n'a pas été accompagnée de réaction plus concrète : pas d'affichage immédiat de la consigne n° 2 (Défense de fumer), pas d'annonce aux passagers ni de vérification systématique des ceintures. L'équipage de conduite voyait pourtant nettement la zone orageuse et les éclairs qui avaient été remarqués par des PNC et un passager. L'allumage de la consigne n° 2 au cours de la première séquence de turbulences, entre 00 h 15 et 00 h 17, ou lors du contact avec le contrôle de Ouagadougou, aurait vraisemblablement permis aux PNC de vérifier que les passagers étaient tous assis et attachés et, eux-mêmes, de gagner leur siège avant les turbulences extrêmes. Le PNT n'avait pas non plus préparé le cockpit, aucun rangement particulier n'avait été opéré pour faire face à des turbulences fortes.

- *Contact avec le contrôle de Ouagadougou*

A 00 h 17 min 25, lors du contact avec Ouagadougou, le contrôleur a signalé des cumulonimbus et de l'orage à l'est et au nord-est de l'aérodrome. De plus, il semble que l'équipage ait éprouvé de la difficulté à entendre le contrôleur à cause d'interférences électriques dues aux orages ou du bruit provoqué par des rafales de vent ou de la grêle. Ce contact aurait dû être l'occasion pour l'équipage d'informer le contrôleur sur l'absence de radar de bord, cause de cette route inhabituelle. Celui-ci aurait alors pu rechercher des informations plus précises à leur intention, compte tenu de l'événement qu'il vivait lui-même avec l'équipage du vol RKA 134 au sol. De plus, il aurait pu apporter son assistance et celle du CCR de Niamey au vol AFR 437 qui éprouvait déjà de premières difficultés.

Un déroutement éventuel ne pouvait être immédiat, car non préparé, et d'ailleurs l'éventualité n'en a pas été évoquée avec le contrôleur. Les pilotes se souviennent avoir procédé à une altération de cap de 20° pour éviter les cumulonimbus. En réalité, aucune altération de cap n'est intervenue avant 00 h 21, une première série de turbulences avait déjà eu lieu, les turbulences fortes se déclenchaient. Ce n'est qu'en arrivant dans la zone d'orages sévères qu'ils ont réagi en tentant un évitement par la gauche.

- Remarque : l'entrée dans la TMA de Ouagadougou s'est effectuée à 00 h 15. A ce moment, l'équipage n'avait pas encore contacté le contrôle, alors que ses consignes prévoient un contact dix minutes avant l'entrée dans la TMA. Un contact vers 00 h 05 lui aurait permis de connaître les conditions météorologiques

de Ouagadougou avec un délai appréciable pour les analyser. Il aurait alors été à une distance suffisante, environ 80 NM du sud de la TMA, pour envisager peut-être de se dérouter, plutôt que de pénétrer dans une partie très dangereuse de l'onde d'est. L'équipage n'a signalé aucun problème qui aurait pu empêcher le contact avec le contrôle au cours de cette phase.

2-2-3- L'événement

2-2-3-1- La situation en cabine

La réglementation prévoit que les passagers doivent être assis et attachés *"toutes les fois que le commandant de bord en donne l'ordre"*. Si elle ne traite pas du rappel des consignes quand celles-ci sont en vigueur depuis un certain temps, voire plusieurs heures, les procédures d'Air France le prévoient explicitement. Or, le vol avait été calme depuis le départ. Un certain nombre de passagers s'étaient détachés afin de s'installer du mieux possible pour dormir. La consigne n° 2 a été allumée alors que les turbulences étaient fortes, juste avant le déclenchement des turbulences extrêmes. Bien qu'elle ait été suivie rapidement d'une annonce *"forte et persuasive"* cela n'a pas permis aux passagers détachés de réagir à temps.

Un bébé, dormait aux pieds de sa mère malgré la consigne n° 1 et contrairement à la réglementation. Le peu de délai entre l'affichage de la consigne n° 2 et le déclenchement des turbulences extrêmes n'a pas été suffisant pour une intervention particulière du PNC auprès du bébé. Celui-ci n'a heureusement pas été blessé.

Après quelques secondes pendant lesquelles l'accélération normale de +1,5g a maintenu les passagers tassés sur leur siège, elle est brutalement revenue à +1g puis, en l'espace d'une seconde, elle est passée à -1,15g au centre de gravité, soit -1,5g à l'arrière selon Boeing. En même temps l'accélération latérale oscillait entre +0,10 et -0,20g. Les personnes situées à l'arrière ont été ballottées à droite et à gauche et aspirées vers le haut plus ou moins fortement. Quelques-unes, debout ou assises non attachées, ont traversé les plaques du faux plafond, d'autres ont heurté les parois ou les coffres à bagages. Celles dont la ceinture était attachée mais non serrée se sont trouvées en extension, la ceinture ayant glissé le long de leur bassin et de leurs cuisses. Une seconde plus tard, sous facteur de charge de +2,09, c'était la chute brutale sur le siège ou le dossier, sur la personne voisine ou par terre, ou à cheval sur un accoudoir, voire au-dessus des coffres ou de l'office. La personne décédée après l'accident a, semble-t-il, été éjectée de son siège tout en basculant vers le couloir. Elle serait retombée en même temps que le moniteur vidéo qui s'était décroché ; le choc avec le moniteur n'a pu être confirmé mais des signes de contusion thoraco-pulmonaire ont été relevés.

2-2-3-2- La situation dans le cockpit

Le pilote automatique actif depuis le début du vol était celui de gauche alors que c'était le copilote en place droite qui était PF. L'habitude est que le PA activé soit

du côté du PF mais aucune consigne ne l'impose. Lorsque les turbulences fortes se sont déclenchées, un certain nombre de changements de modes, conformes aux procédures de la compagnie, ont été effectués :

- le mode latéral L NAV s'est trouvé désactivé par le passage au mode HDG SEL quand l'équipage a cherché à afficher le cap 340°, en fait 345°, qu'il a mis quarante secondes à sélectionner, vraisemblablement à cause des turbulences ;
- le mode vertical V NAV a été remplacé par le mode ALT HOLD et simultanément l'équipage a passé sur "off" le mode V NAV qui était armé, privilégiant le maintien de l'altitude ;
- le mode automanette A/T NAV, qui gère la vitesse au niveau du FMCS, a été remplacé par le mode A/T SPD dans lequel l'automanette gère la poussée pour maintenir le Mach sélectionné au MCP.

L'avion vibrait, ce qui a été confirmé par des témoignages et qui est corrélé sur le FDR par les infimes variations en dents de scie à l'intérieur des fortes amplitudes de l'accélération normale. Pendant près d'une minute, les paramètres de vol ont subi des variations importantes qui ont amené l'avion, fortement instable, à la limite du décrochage.

Après des fluctuations de +8° jusqu'à -8° en facteur de charge négatif, l'incidence a augmenté à nouveau vers +10°. Le vibreur de manche s'est alors déclenché, annonçant l'imminence d'un décrochage, alors qu'en cinq secondes la vitesse verticale dépassait les valeurs limites d'enregistrement. Quatre secondes plus tard la déconnexion automatique du pilote automatique avait lieu et l'alarme principale résonnait en même temps que l'angle d'incidence atteignait +12°. Cette augmentation brutale de l'incidence s'est effectuée en fait à la suite du facteur de charge négatif extrême -1,15 qui a causé l'envol des panneaux de faux plafond. L'un d'eux est venu bloquer un câble de commande de profondeur après avoir provoqué un brusque mouvement à cabrer sur les gouvernes associées, vraisemblablement la gauche externe et la droite interne, selon le FDR. Il existe donc une forte probabilité pour que le facteur de charge positif de 2,09 ne soit pas uniquement dû à la turbulence.

En une dizaine de secondes l'équipage a repris le contrôle de l'appareil, puis a réactivé le PA vingt secondes plus tard. Globalement, l'avion en pilotage manuel a été bien contrôlé pendant ce court intervalle de temps, les deux pilotes maintenant ensemble fermement les commandes de vol et les manettes de puissance. Jusqu'à 00 h 27, des excursions en vitesse ont été très sensibles, avec des valeurs excédant nettement Mach 0,85, voire la MMO (0,90). La procédure suggère qu'en cas de turbulence extrême *"il peut être nécessaire de débrayer l'automanette"*. Dans les conditions du moment, l'équipage n'en a pas tenu compte car l'automanette paraissait bien *"étaler"* les variations d'attitude de l'avion sur les trois axes. Cependant ces attitudes, confrontées aux actions enregistrées sur les gouvernes, montrent que l'équipage agissait sur les commandes de lacet et de roulis, actions dont le manque de souplesse favorisait les variations d'accélération à un niveau élevé. L'avion étant parfaitement stable avant et après l'épisode des turbulences, il est vraisemblable que l'amortisseur de lacet était actif (ce paramètre, bien que prévu dans la grille de décodage du FDR

et du DAR, n'était pas enregistré). L'amortisseur de lacet étant actif, cela pourrait signifier que l'instabilité était telle que le système ne parvenait pas à amortir les embardées, amenant les deux pilotes à tenter de les contrer par des réactions, parfois mal synchronisées, rapides et de faible amplitude sur les gouvernes de direction.

Pendant les turbulences, des actions sur les gouvernes de profondeur ont été enregistrées et pas uniquement quand le pilote automatique était déconnecté. L'effet de ces actions se superposait à la turbulence atmosphérique. Par la suite, l'OPR a tenté de libérer le manche bloqué en tangage, en poussant et tirant alternativement. Ces actions, bien que très réduites, ont occasionné des variations des gouvernes de profondeur dont les effets se sont ajoutés à la turbulence, provoquant des augmentations de facteur de charge.

Enfin, l'équipage de conduite devait faire face au désordre provoqué par les turbulences extrêmes et aux différentes alarmes qu'il devait identifier, vérifier et neutraliser. Le fait de n'avoir pas anticipé le phénomène et préparé le cockpit aurait d'ailleurs pu conduire à des blessures lorsque sacoche et manuels de bord ont volé à travers le poste. Il est évident que, dans ces conditions, l'application stricte des procédures prévues est difficilement réalisable. Les pilotes les connaissaient et les ont appliquées dans la mesure où la lutte contre les éléments le permettait. Ils ont tenu l'avion en ligne de vol tout en contrôlant les alarmes.

2-2-4- Le vol après l'événement

Les communications avec le contrôle de Ouagadougou avaient cessé vers 00 h 19, elles ont repris à 00 h 25. Les échanges avec le contrôleur étaient hésitants tout en s'enchaînant logiquement. L'équipage n'a pas rapporté l'événement. Comme prévu initialement, il a proposé de monter au niveau 370. Un pilote a dû alors réaliser que ce changement de niveau n'était pas souhaitable et il en a résulté une période de flou d'un peu plus de six minutes. Le contrôleur de Ouagadougou est intervenu par quatre fois pour rappeler de monter au niveau 370. Jusqu'à 00 h 31 min 37 l'équipage n'a pas suivi ses instructions tout en lui laissant penser qu'il le faisait. Puis, devant son insistance, il a reconnu qu'il était toujours au niveau 350 et a obtenu cinq minutes de délai. Avant de quitter la fréquence de Ouagadougou Approche, l'équipage s'est de nouveau engagé à libérer le niveau : *"Nous libérons 3-5-0 pour 3-7-0 dès maintenant"*. Il a cependant poursuivi le vol au niveau 350. Si, juste après l'événement, les pilotes, choqués et devant faire face à une multitude d'alarmes, ne savaient plus très bien quel niveau de vol demander et ont donné la priorité aux vérifications de la machine, l'information succincte mais immédiate du contrôleur était cependant primordiale. En effet celui-ci ignorait que l'avion était en difficulté et que des blessés étaient à bord. Or, il s'est écoulé quatorze minutes depuis l'événement sans qu'aucune indication ne lui soit fournie. L'équipage ne pouvait ignorer la règle qui est d'informer aussitôt le contrôle, ne serait-ce que pour bénéficier d'un meilleur service et de pouvoir gérer plus calmement la situation. Le vol GHA 730, dans une situation que l'on peut supposer moins dramatique, a réagi comme il convenait à partir du moment où il s'écartait de sa route pour éviter *"a lot of Cb's"*.

Ce n'est qu'après avoir établi le contact avec Niamey vers 00 h 42 que l'équipage a annoncé avoir des problèmes "*suite à fortes turbulences...*" et qu'étant "*actuellement au niveau de vol 350*", il souhaitait descendre au niveau 330. Compte tenu de l'alarme sur les portes 5, le niveau 330 était effectivement plus judicieux en termes de sécurité, bien que moins favorable en termes de performances.

Ainsi l'équipage a entretenu la confusion dans l'esprit du contrôleur de Ouagadougou puis, lors du transfert, dans celui du contrôleur de Niamey pendant près de dix-sept minutes. Il est probable que, dans de telles conditions de tension, les pilotes n'entendaient même pas le contrôleur par moments. Il se peut également qu'ils aient hésité sur la démarche à suivre et se soient finalement abstenus de rapporter l'événement, sans réaliser la gêne qu'ils apportaient. Cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable que, dans leurs différents témoignages, les trois pilotes n'ont jamais évoqué ces épisodes vécus avec l'approche de Ouagadougou et le CCR de Niamey.

Il faut rappeler que les contrôleurs d'Afrique occidentale ne disposent pas de radars de circulation aérienne. D'autre part, le trafic de nuit n'est pas négligeable, en particulier sur les routes qui remontent de Cotonou, Lomé, Accra ou Abidjan vers Ouagadougou ou Niamey en direction de l'Europe occidentale. Ainsi, pendant le transit du vol AFR 437, les contrôleurs ont géré huit autres avions.

L' AFR 437 a eu ensuite un problème avec un avion de Lufthansa, également au niveau 330. Cet avion était à trois minutes devant lui sur une route convergente. L'espacement n'était pas réglementaire, la sécurité pas garantie. L'un des deux avions devait changer de niveau. L'équipage du DLH 565 n'a pas tenu compte des explications de l'équipage de l'AFR 437 sur la fréquence de veille ni, plus tard, de celles du contrôleur d'Alger relatives à la situation du vol en "*emergency*". Il a marmonné des paroles incompréhensibles auxquelles le contrôleur n'a pas pu donner suite et qui ont mis provisoirement fin au dialogue. Bien sûr, la propagation des ondes est médiocre la nuit dans la gamme des hautes fréquences et Niamey n'avait pu obtenir le contact avec Alger sur cette fréquence. Il est quand même difficile de croire que cet équipage n'ait rien entendu ni compris alors que les échanges du contrôle avec l'avion d'Air France s'effectuaient correctement et que par ailleurs la fréquence de veille est une fréquence VHF. Quoi qu'il en soit, il a poursuivi sa route à un niveau qui convenait mieux à un A300 en termes de consommation de carburant et de vitesse optimale, ce qui a conduit le contrôleur à autoriser l'AFR 437 directement sur Ghardaïa.

Cet accident incite à réfléchir sur la façon dont la sécurité peut être assurée au-dessus de l'Afrique. On constate que par deux fois, à une heure d'intervalle et malgré des contrôleurs compétents, deux équipages auraient pu mettre en danger le trafic aérien en ne respectant pas les consignes du contrôle. En effet, le vol AFR 437 est demeuré plusieurs minutes à un niveau ignoré du contrôle, au total sur une distance d'environ 140 NM, et le DLH 565 est resté au niveau de vol de l'avion en détresse. Ainsi, sur un trafic régional de quatre avions, deux n'ont pas respecté les règles de l'air. Bien sûr, le danger était relatif, mais le fait s'est produit et c'est inquiétant. De plus, bien que la fréquence de veille soit une

procédure internationale de l'IATA, elle n'a rien apporté dans ce cas. Il ne s'agit pas d'une fréquence ATC, les contrôleurs veillent essentiellement leurs fréquences de trafic et ignorent généralement les informations que les équipages se communiquent sur 126,9 MHz.

2-3 Information météorologique

2-3-1- Information contenue dans le dossier de vol

Pour la préparation du vol le GEN. LIGNES d'Air France définit avec précision les documents devant figurer dans le dossier. La carte TEMSI, les messages TAF et SIGMET constituent la documentation de base pour la préparation du vol, sachant que les prévisions de vent et de température en altitude sont fournies en plus sur le suivi de vol. Le 4 septembre 1996, l'équipage a préparé sa nouvelle route avec une documentation incomplète, l'absence des prévisions d'aérodrome sur le trajet ne lui permettant pas d'appréhender toutes les données du problème auquel il pouvait être confronté. Par ailleurs les valeurs du coefficient de turbulence figurant sur le plan de vol étaient temporairement modérées au-dessus de l'Afrique méridionale et faibles au-dessus de l'Afrique occidentale ; de ce fait elles n'étaient pas de nature à éveiller l'attention des pilotes, d'autant plus qu'ils ignoraient certainement que ce coefficient ne pouvait pas se rapporter à de la turbulence de convection.

La fiabilité de la prévision météorologique dépend de nombreux éléments. En plus des informations qu'il va exploiter, l'expérience du prévisionniste intervient, de même que sa manière de concevoir une évolution de situation météorologique pour la transcrire sur un TEMSI ou dans un TAF.

Ainsi deux prévisionnistes, l'un de Pretoria et l'autre de Toulouse, disposent des mêmes documents de référence, vu l'architecture du système mondial des échanges d'informations météorologiques. L'exemple des deux cartes TEMSI valables pour la même heure montre bien que deux sensibilités différentes peuvent engendrer des différences significatives. Une carte TEMSI n'est qu'une prévision. Comme toute prévision, il faut savoir de quelle façon elle est élaborée pour bien l'utiliser. Une carte valable le 5 septembre à 00 h 00 est diffusée le 4 vers 14 h 30. Son élaboration, compte tenu du vaste domaine géographique à couvrir et de l'utilisation de documents en provenance d'autres pays, débute généralement le 4 vers 08 h 30, le prévisionniste utilisant les données du réseau de base du 4 à 00 h 00. Ainsi les informations de base datent de 24 heures et le document est prêt environ dix heures avant son heure de validité. En outre la tendance des prévisionnistes est souvent de se référer aux seuls modèles de prévisions numériques sans chercher à analyser dans le détail les documents de base et les dernières informations disponibles (imagerie satellitale) pour apprécier l'évolution d'une situation et diffuser un amendement si nécessaire, selon les dispositions de l'Annexe 3. Enfin, le document présente un aspect subjectif non négligeable : il est réalisé par un prévisionniste qui, bien que travaillant au sein d'une équipe, apporte son message personnel et dessine les festons des zones nuageuses suivant une touche également personnelle. Il

semble qu'aucun contrôle de qualité n'existe avant la diffusion de ce type de document vers les usagers.

L'aspect subjectif se retrouve également dans les prévisions d'atterrissage mais dans une plus faible mesure car elles sont basées sur des observations régulières et établies sur un domaine restreint, la région de l'aérodrome. METAR et TAF le long d'une route font normalement partie intégrante du dossier de vol. Ils permettent à l'équipage d'avoir une représentation des conditions atmosphériques sur la route, compte tenu du type de temps qui est observé ou prévu au niveau de l'aérodrome. Dans les TAF d'Afrique occidentale centrale l'évolution orageuse était effectivement prévue, même si les conditions sévères liées à l'onde d'est n'ont pas été perçues.

Il apparaît donc indispensable que les équipages et les agents d'opérations soient informés des limites de la prévision et de la part de subjectivité dans l'appréhension de l'évolution d'une situation météorologique. L'indication dans l'Annexe 3 de l'OACI sur "*la valeur la plus probable*" d'éléments de prévision valables pour une "*heure la plus probable*" n'a pas d'autre signification. De même, toute absence de renseignement, tout doute ou toute incertitude sur les conditions météorologiques susceptibles d'être rencontrées devraient amener l'équipage à rechercher les informations les plus récentes.

2-3-2- Renseignements en route

L'enquête n'a pas permis de déterminer l'ensemble des informations que l'équipage a pu obtenir le long de la route, en particulier lors du contact avec Accra. Lors du contact avec Ouagadougou Approche, les renseignements fournis étaient précis mais incomplets. Des METAR et SPECI étaient disponibles qui auraient justifié une information. Ignorant que l'AFR 437 ne disposait pas de radar météorologique, le contrôleur n'a pas informé non plus l'équipage de la situation de tornade vécue sur l'aéroport.

Les positions tour et approche étant regroupées, le contrôleur était également en contact avec l'équipage du vol RKA 134 au sol sous la tornade. Il exploitait la détection d'échos du radar de bord de celui-ci pour lui fournir les clairances de décollage et de montée les mieux adaptées. C'était en réalité le seul moyen pour lui d'avoir un renseignement sur les conditions régnant au-dessus de la région de Ouagadougou ; en effet le centre météorologique était dans l'incapacité de les fournir, n'étant pas équipé de radar de précipitations ni de récepteur d'imagerie satellitale. Cependant, pour le contrôleur, la question se posait différemment au sujet de l'AFR 437 puisque celui-ci effectuait un simple survol de la TMA et que, au travers des radiocommunications, les premières minutes du contact ne font apparaître aucune appréhension de l'équipage.

Au cours de la même période, les conditions atmosphériques rencontrées par le DLH 565 sur la route Accra - Niamey, près de 200 NM plus à l'est, n'étaient pas défavorables. Les images du satellite montrent qu'il évoluait dans la partie arrière, la moins active, de l'onde d'est.

2-3-3- Absence de SIGMET en cours de validité

Les services météorologiques d'Afrique occidentale n'ont élaboré aucun SIGMET dans l'après-midi du 4 septembre ou la nuit suivante. Pourtant un SIGMET d'orages accompagnés de vents violents aurait dû être diffusé, au moins à l'initiative d'un grand centre météorologique équipé d'un récepteur d'images METEOSAT et d'un radar de précipitations, comme Niamey par exemple. Pour un tel centre, l'évolution de la situation et le déplacement de l'onde d'est devaient être prévisibles dès l'après-midi et ne plus faire aucun doute à partir de 18 heures. Le centre de contrôle aérien de Ouagadougou aurait ainsi été sensibilisé au phénomène qui se dirigeait vers le Burkina Faso.

Il est vrai qu'au-dessus de l'Afrique occidentale, intéressée par la mousson entre juin et septembre, les types de temps sont répétitifs et qu'un SIGMET n'apporterait pas nécessairement d'information supplémentaire à un équipage connaissant les caractéristiques climatiques générales. En revanche, il existe des types de situations à ondes d'est très actives au sein desquelles peuvent se développer de véritables tornades. Une prévision météorologique adaptée conserve alors tout son sens. Dans de tels cas l'élaboration et la diffusion rapide d'un SIGMET "LSQ TS" (orages de ligne de grains), bien qu'indiquant seulement des orages en ligne, est d'une importance primordiale pour la sécurité. Mais comme en cette saison les lignes de grains sont fréquentes, sans atteindre nécessairement la virulence d'ondes d'est telle celle des 4 et 5 septembre 1996, il conviendrait de diffuser un message d'alerte d'un niveau plus élevé, caractérisé par un intitulé différent. En Amérique du nord et Amérique centrale, aux Etats-Unis en particulier, la nécessité d'attirer l'attention des exploitants et équipages sur les dangers de tels phénomènes a contribué à la conception d'un autre type de SIGMET, le SIGMEC ou "Convective SIGMET".

2-4 Soins et organisation des secours

2-4-1- Soins dispensés à bord

Dès la fin des turbulences, le chef de cabine principal a pris la direction des opérations. Les PNC ont su aussitôt les tâches qui incombaient à chacun et comment ils devaient se répartir par zones dans la cabine. Cette répartition fut faite avec l'appui des deux médecins, en fonction des dommages corporels recensés, les personnes gravement blessées étant plus étroitement entourées.

L'effet psychologique sur les passagers a été important : ils ont particulièrement apprécié l'attitude attentionnée de l'équipage de cabine et les soins dispensés jusqu'à la fin du vol. Il ont été également sensibles aux différentes visites des pilotes en cabine.

On doit noter que le matériel contenu dans la trousse d'urgence du bord, bien que conforme à la réglementation, s'est révélé insuffisant compte tenu du nombre de blessés et de l'état de certains d'entre eux. Ainsi, le fait que gants stériles, compresses pour éteindre le sang, fil de suture et même alcool aient manqué a présenté un aspect négatif pour la qualité des soins dispensés.

Le nombre de passagers est le critère de référence pour établir le contenu des trousse de premier secours à bord. Par contre, la trousse médicale d'urgence a une composition type, quel que soit le nombre de passagers. En 1996, la réglementation française exigeait la présence d'une trousse d'urgence à bord pour des étapes de plus de 3 000 km et "*à moins de 60 minutes d'un aéroport accessible*", ce qui n'était pas satisfaisant car les moyens disponibles sur un aéroport quelconque peuvent ne pas être adaptés au traitement des soins d'urgence. Cette lacune a été corrigée dans l'OPS 1. Il resterait à adapter le contenu de la trousse en fonction du nombre de passagers transportés et des événements susceptibles de se produire en vol. En effet, les accidents corporels dus aux turbulences ne sont pas exceptionnels et ce que le règlement prévoit pour des cas isolés n'est pas toujours adapté à ces situations.

2-4-2- Organisation des secours

La coordination étroite qui a existé entre les CCR d'Alger et d'Aix-en-Provence a été exemplaire. Les contrôleurs ont agi avec rapidité et efficacité, bien avant confirmation du déroutement sur Marseille.

De plus, tous les organismes appelés et concernés ont agi avec diligence, tant du point de vue de la coordination que des décisions : services de l'aviation civile, cellule de crise d'Air France, CODIS, marins pompiers, SSIS, SAMU, services ambulanciers. Cette étroite collaboration a permis la mise en place de personnel médical et de moyens médicaux plus d'une heure avant l'atterrissage de l'avion, ce qui a facilité le tri des blessés et leur acheminement vers différents hôpitaux de la ville déjà répertoriés.

2-5 Procédures et règlements

2-5-1- Consignes et procédures opérationnelles

Les consignes et procédures figurant dans les manuels prévoient la conduite à tenir par les équipages pour la préparation et la gestion des vols, en conditions normales comme en cas de pannes ou de situation météorologique défavorable. Toutes les situations ne pouvant naturellement être envisagées, une grande latitude est laissée à l'appréciation du commandant de bord.

Dans ce contexte, le centre de Dispatch est le point d'entrée de l'échelon central. Dans le cas plus particulier de la construction d'une route inhabituelle, surtout très éloignée de la route standard, quelle devait être sa réaction ? En référer à la permanence DT.HU ou considérer qu'il s'agissait d'une décision normale consécutive à la panne du radar de bord, de la seule compétence du commandant de bord ? On en revient au message d'incident et aux contacts qui auraient dû suivre, ce qui aurait vraisemblablement évité une décision solitaire.

Cela posé, qu'en est-il du dossier du vol ? Le processus de préparation d'un vol peut s'analyser ainsi : l'agent d'opérations fournit un dossier standard, dossier qui

lui sert aussi à préparer le vol, deux heures à deux heures trente avant le départ prévu. Ce dossier n'est généralement pas réactualisé, sauf si le commandant de bord demande des modifications de route ou de chargement par exemple. Connaissant les impératifs d'horaires auxquels les agents d'opérations sont soumis, on touche à la contradiction du GEN. LIGNES qui précise que la documentation météorologique *"doit être fournie à une heure aussi proche que possible de l'heure du départ"*. C'est vouloir concilier l'inconciliable, ou cela signifie qu'un nouveau dossier ou un complément de dossier météorologique est à fournir s'il en est besoin ou si de nouveaux documents ou messages sont disponibles dans l'intervalle. Dans ce cas, cela devrait être indiqué d'une manière plus explicite et plus précise. Il faut être également conscient que cela implique alors une disponibilité en temps et en personnel importante au moment précis où l'équipage assure la préparation du vol et où le personnel de l'escale s'occupe du chargement de l'avion et de l'enregistrement puis de l'embarquement des passagers.

Dans le GEN. LIGNES, il est indiqué que, dans certains cas, les commandants de bord doivent en référer à leur autorité avant de prendre une décision. Les responsables de la Direction de la qualité et de la sécurité des vols ont indiqué que la décision du commandant de bord et l'assistance sans autre réaction du centre de Dispatch étaient conformes aux procédures en vigueur. A l'exemple du vol AFR 437, on peut se poser la question de savoir si en transport public de passagers il est acceptable qu'une décision qui peut engager des vies humaines soit prise sans consultation des organes spécialisés de la compagnie, même si la décision finale appartient au commandant de bord. Un certain nombre de points du manuel GEN. LIGNES font penser le contraire.

On a constaté tout au long de ce rapport l'abondance et le manque d'homogénéité des textes qu'il convient de prendre en compte. Un ensemble de textes nouveaux, comme dans le cas de l'OPS 1, se présentera généralement sous une forme claire et synthétique avec des modalités d'application détaillées et précises. Même si d'autres textes, élaborés indépendamment par des personnes ou organismes différents, ne viennent pas traiter partiellement du même sujet, au fur et à mesure que des corrections ou mises à jour interviendront, la complexité des textes augmentera, des ambiguïtés et des contradictions pourront apparaître. Cette situation, probablement difficilement évitable vu la complexité du transport aérien moderne, pourrait malgré tout être atténuée en systématisant les approches qualité et en maintenant un dialogue permanent avec les personnels concernés par la mise en œuvre des textes.

2-5-2- Conditions d'entretien du radar de bord

Le radar de bord, classé en entretien "condition monitoring", fait uniquement l'objet d'un suivi de fiabilité et les pannes intermittentes sont recherchées selon les procédures de l'AMM avec lecture des messages CMC. Souvent, ce type de panne n'est pas confirmé lors des essais au sol et la procédure, conforme aux recommandations du constructeur, consiste alors à remettre l'avion en ligne.

La procédure appliquée au radar se retrouve pour d'autres systèmes de vol également classés "condition monitoring". Cependant combien de fois est-elle valable en cas de renouvellement de ce genre de panne intermittente ? En effet, dans ce cas le "*bon fonctionnement général*" qui sanctionne les vérifications successives apparaît être, lui aussi, intermittent. Il en résulte des appréciations diverses dans l'application des mesures à mettre en œuvre de la part des responsables de maintenance et les exemples des F-GITB et F-GITF montrent que deux traitements différents furent appliqués. Le traitement des pannes de radar du F-GITF a été caractérisé par une série de vérifications de bon fonctionnement et de remises en lignes.

- Remarque : des vérifications du radar de bord ne sont pas prévues en visite C01. Cependant, dans celle du 27-31 août 1996, une intervention a été réalisée à la suite d'un défaut intermittent relatif au décalage d'échelle en élévation qui avait été signalé sur un CRM. Le contrôle sur ce point s'est révélé négatif. La panne intermittente, détectée et enregistrée sur le CMC le 28 août a probablement été provoquée par cette intervention. La mémoire du CMC est lue systématiquement une fois par semaine, mais ne semble pas l'avoir été au cours ou en fin de visite puisqu'aucun autre contrôle n'a été effectué sur le radar de bord. Par ailleurs, le 2 septembre, le technicien a restreint le dépouillement du CMC aux trois derniers vols ("*leg -02*"), c'est-à-dire s'est arrêté au 1^{er} septembre, ce qui est compréhensible puisque l'avion venait de sortir de visite. Il est vraisemblable que pour lui les anomalies antérieures avaient été traitées et, qu'en conséquence, les indications du CMC relatives aux jours précédant la remise en service de l'avion n'étaient pas à prendre en compte, d'autant plus que le CRM ne comportait pas de mention relative à une panne.

Le Bulletin Service émis par Rockwell Collins en septembre 1994 n'avait pas été appliqué par Air France qui avait considéré que la procédure de "condition monitoring" convenait. Les causes de la panne survenue en mai 1995 au F-GITB n'ont pas été analysées, le boîtier moto-réducteur d'antenne déposé n'ayant pas été examiné, bien que les défaillances de ce type d'équipement soit à l'origine du SB. Aucune explication n'a été fournie et ce seul cas répertorié fut probablement considéré comme unique. Les contrôles systématiques réalisés après l'accident du F-GITF ont montré que l'application du SB devrait être impérative.

2-5-3- Tolérance technique et liste minimale d'équipements

La liste minimale d'équipements permet à l'équipage d'entreprendre un vol quand un équipement est défaillant. La défaillance de cet équipement doit être compensée par l'utilisation d'un autre équipement ou, considérée temporairement comme mineure, elle doit être sans incidence sur la sécurité en vol dans la mesure où des "*procédures et limitations appropriées*" sont appliquées. Le document établi entre la DGAC et Air France précise à propos du radar de bord que le vol peut s'effectuer "*si les conditions météo. sont favorables*". Cela implique clairement que les informations météorologiques disponibles doivent être recherchées et analysées avant la prise de décision.

La MEL "ATA 34-43-1 RADAR METEO" en vigueur au moment de l'accident était moins restrictive que la MMEL. Il manquait les conditions relatives au vol de jour

et en VMC. En comparaison, la MEL de South African Airways était nettement plus restrictive. Il est certain que ces restrictions pénalisantes ont été établies en tenant compte des routes empruntées par les avions de SAA : la majeure partie d'entre elles traversent les zones tropicales des deux hémisphères. Mais de nombreux vols longs courriers d'Air France traversent également de telles régions.

A la suite de l'accident, Air France a modifié les conditions de tolérance technique de l'item "RADAR METEO" pour les rendre plus restrictives. La révision définitive, totalement refondue, comporte deux possibilités relatives à une panne des deux systèmes radar. Cette rédaction risque de conduire à des interprétations erronées. Dans le dernier cas par exemple, la restriction relative à la traversée de l'équateur est une fausse sécurité, il n'est pas besoin de le traverser pour rencontrer des conditions de mousson ou de forte activité orageuse. De plus, la condition d'étape inférieure à 1 200 NM, qui remplace la condition de vol de jour, est contraire à l'esprit de la MMEL et de l'OPS 1. Quant à l'exploitation pendant vingt-cinq heures ou sur six étapes en tolérance technique avec les deux systèmes hors service, elle n'est pas non plus satisfaisante. Les conditions de la MMEL doivent rester la référence minimale. L'OPS 1.030 est précis à ce sujet : "*en aucun cas*" un avion ne pourra être exploité "*en dehors des restrictions de la L.M.E.R.*". Il est probable, telle que la MEL sur le radar de bord est conçue, "à tiroirs", que le rédacteur a associé en pensée les vols moyens courriers aux longs courriers, l'objectif premier étant d'éviter le "no go".

Concernant le préambule du chapitre MEL qui traite des modalités d'application, on peut regretter la suppression en 1997 du rappel sur le maintien de la "*sécurité en vol*".

Conformément à l'OPS 1, les MEL doivent recevoir l'approbation effective de l'autorité. En réalité, conformément à l'accord de mai 1993 avec Air France, la DGAC les approuve tacitement, l'exploitant s'étant engagé à respecter les termes du document. Dans le cas du radar, aucune des différentes MEL de 1996 à 1998 ne respecte complètement ni les critères relevant de conditions météorologiques favorables, ni la condition de n'être "*pas moins restrictive que la L.M.E.R.*".

2-5-4- Sécurité des passagers en croisière

Il ressort de l'examen des faits et, en particulier, des blessures subies par les passagers que les conséquences de l'accident auraient été bien moindres si tous avaient été assis, ceinture attachée et serrée. Or, l'équipage de conduite avait bien informé l'équipage de cabine des risques de turbulence et allumé la consigne "Attachez vos ceintures", mais cela avait été fait plusieurs heures avant l'événement, le vol était paisible et, après le dîner et le film, l'ambiance était au repos, à la détente. De nombreux passagers s'étaient ainsi détachés ou avaient relâché leur ceinture. Contrairement à la réglementation, un bébé avait même été couché aux pieds de sa mère, ce qui aurait pu avoir de très graves conséquences au moment des turbulences.

Généralement les passagers savent qu'il faut être attaché au décollage et à l'atterrissage, au moins par habitude. On peut remarquer qu'en vol beaucoup ne

comprennent pas le sens de la consigne lumineuse et des annonces de l'équipage, aussi claires soient-elles, ne serait-ce qu'en voyant les PNC se déplacer du fait de leur service. Certains croient d'ailleurs qu'ils pourront regagner leur siège en cas de turbulences. De plus, une consigne allumée depuis un certain temps, lorsque la turbulence est faible, qu'elle s'est arrêtée ou qu'elle tarde à se produire, perd toute efficacité si des rappels réguliers ne sont pas effectués, complétés par des vérifications en cabine. Certains passagers ne s'attachent que lorsqu'un navigant leur en fait directement la remarque ou quand la turbulence commence vraiment à se manifester. On sait aussi que de nombreux passagers ne prêtent pas attention aux démonstrations et annonces.

Les procédures d'Air France prévoient bien que des rappels de la consigne soient effectués régulièrement. Il conviendrait que l'équipage soit plus sensibilisé à leur importance envers les passagers indisciplinés ou distraits. Les rappels de la consigne doivent être systématiques, même lorsque le vol est calme, notamment quand il semble que les passagers vont être incités à se déplacer, comme c'est le cas après un repas ou au réveil.

Les consignes affichées ou annoncées seraient probablement plus efficaces si les passagers pouvaient comprendre sans ambiguïté soit qu'ils ne peuvent pas se déplacer et que leur ceinture doit être attachée et serrée, soit qu'ils peuvent se déplacer, mais qu'assis leur ceinture doit rester attachée. Au début du vol, il conviendrait que les démonstrations de sécurité, en particulier les films de démonstrations, insistent clairement sur le risque de turbulences imprévues et donc sur l'importance de rester attaché lorsqu'on est assis. Il serait d'ailleurs probablement utile que des spécialistes du facteur humain soient associés à la mise au point des modalités d'application de la réglementation et des instructions aux passagers en la matière.

- Remarque : tout au long du rapport, il a été question de la consigne n° 2 "Défense de fumer". En dehors des opérations de remplissage des réservoirs de carburant, des vols non-fumeurs et des phases de décollage et d'atterrissage, cette consigne signifie le niveau 2 de risque qui implique le rangement de la cabine, tous les passagers assis et attachés et les PNC eux-mêmes assis et harnachés. Elle amène normalement une annonce immédiate aux passagers. Lors de ce vol, son affichage tardif n'a pas permis aux passagers de s'attacher ou de resserrer leur ceinture et à l'équipage de cabine de les vérifier. Il est clair que l'effet de la consigne n° 2 serait plus rapide si les passagers en percevaient immédiatement le sens général. Une courte succession d'allumages et d'extinctions de la consigne relative aux ceintures par exemple, avec le signal sonore associé, serait peut-être préférable.

2-6 Aménagements intérieurs

2-6-1- Coffres à bagages centraux

Une explication relative aux charges admissibles par les bielles soutenant les coffres à bagages a été difficile à obtenir. En effet les valeurs de certification en compression, corrélées par les essais, tous en statique, réalisés lors des

expertises d'octobre 1996, sont notablement différentes des valeurs obtenues à partir des données du FDR qui correspondent à des efforts dynamiques :

- en certification, sous un facteur de charge de -2,0, la force admissible est de 206,7 daN (statique) ;
- en conception, les forces calculées par Boeing atteignent 268 daN (statique) ;
- en essais chez Boeing, la valeur atteinte était de 645 daN (statique) ;
- en essais au CEAT, la valeur atteinte était comprise entre 679 et 699 daN (statique) ;
- les résultats du calcul des efforts subis lors de l'événement, sous facteur de charge calculé de -1,5, n'atteignaient que 139 à 169 daN (dynamique).

Les essais réalisés, tant par Boeing qu'au CEAT, ont pris en compte différentes longueurs de bielles en modifiant le vissage des embouts rotulés. A un dévissage extrême correspond un effort en compression évidemment minimum pour parvenir à la rupture. Dans le cas du F-GITF, aucun repère sur le vissage des embouts n'ayant été pris lors du démontage, il n'était pas possible de déterminer si les mécaniciens l'avaient modifié en déposant les bielles. Cependant l'hypothèse d'un montage défectueux paraît improbable. En effet, au montage sur avion chez le constructeur les bielles ont des longueurs prescrites et aucune intervention de maintenance n'avait été effectuée sur elles depuis la livraison de l'avion. Un doute subsiste cependant à l'origine des calculs, soit sur le facteur de charge -1,5 calculé par le constructeur à la station 2170 et sa validité pour la zone E, soit sur le vissage des bielles au montage.

Dans les calculs effectués en septembre 1998, Boeing a ajouté à la force exercée sur la structure celle provoquée par les deux passagers qui ont heurté durement et déformé la base des coffres de la rangée centrale de la zone E. Le résultat a mis en évidence des forces supérieures de 25 à 30 % en moyenne aux forces ayant provoqué les ruptures des bielles lors des essais. Si le raisonnement aboutissant à ces résultats paraît cohérent et les valeurs qui en sont issues acceptables, il apparaît difficile d'admettre que l'énergie résultant de la propulsion de deux passagers contre les coffres à bagages, sur une distance d'environ 60 cm, puisse faire passer les forces exercées sur ces coffres de 150 daN en moyenne à 890 daN (voir § 1-16-13-3). Même en prenant en compte l'énergie apportée par les quelques autres passagers qui ont heurté, moins violemment, les coffres, le résultat reste surprenant. Le constructeur a d'ailleurs reconnu globalement le caractère spéculatif du raisonnement.

Pour sa part le BEA apporte au moins une réserve : les calculs sous-estiment l'absorption de l'énergie par les coffres eux-mêmes, comme le montrent les enfoncements constatés, ainsi que l'effet compensateur propre à la colonne vertébrale ; l'absorption de l'énergie au niveau des vertèbres cervicales s'effectue éventuellement jusqu'au point de rupture, ce qui s'est effectivement produit. Ces absorptions d'énergie sont cependant difficile à quantifier, sinon par des essais dynamiques, à la fois sur les coffres et sur des mannequins, tels les "crash tests" réalisés sur les véhicules automobiles.

D'un autre côté, on pourrait se poser la question de savoir ce qu'il serait advenu des coffres à bagages de la zone E si un plus grand nombre de passagers avaient heurté violemment la base des coffres. Il est probable dans ce cas, si les calculs ci-dessus sont représentatifs, que les coffres à bagages se seraient effondrés. A la masse de référence considérée de 81 kg au mètre linéaire de coffre à bagages, combien de passagers grièvement blessés aurait-on dénombré alors ? Cette situation a d'ailleurs été constatée lors de l'accident du MD-80 de la SAS en 1991.

Les aménagements intérieurs étant certifiés montés sur l'avion, des essais dynamiques permettraient de mieux appréhender les efforts à l'écrasement d'une part, en condition de turbulence extrême d'autre part, avec et sans interférence de personnes heurtant la base des coffres à bagages. Ces essais pour la certification des aménagements intérieurs des aéronefs peuvent paraître difficilement réalisables mais le problème de la retenue des coffres à bagages existe bien.

Il faut rappeler que les recommandations émises par l'AAIB en 1990 et le NTSB en 1992 n'ont pas été suivies d'effet. Si l'AAIB recommande seulement que les coffres demeurent fixés à la structure, ce qui signifie que les essais réalisés ne correspondent pas aux efforts réellement supportés, les trois recommandations du NTSB traitent explicitement d'essais dynamiques. La corrélation admise par les autorités de certification et les constructeurs entre les résultats d'essais statiques et d'essais dynamiques -ceux-ci seulement partiels- est donc clairement contestée par les autorités d'enquêtes sur la base de plusieurs accidents aériens.

2-6-2- Panneaux de faux plafond et moniteurs vidéo

Le système d'attaches des panneaux de faux plafond ne concerne que le bord extérieur, le bord intérieur étant inséré dans une feuillure au niveau des coffres à bagages centraux. Des marques de frottement latéral sur cette partie intérieure des faux plafonds sont visibles sur tous les 747-400, révélant un jeu important dans la feuillure. La sécurité n'est pas compromise si certains de ces panneaux, constitués d'un matériau semi-rigide et léger, se désolidarisent de leur support. Cependant le cas est différent lorsqu'il s'agit des panneaux supportant des moniteurs d'un poids de 36 kilogrammes.

Que la chute d'un moniteur ait été ou non à l'origine du décès d'un passager, le risque existe, qui ne semble pas avoir été perçu lors de la conception des aménagements ni lors de la certification. Déjà en 1993 les supports des moniteurs, sujets à des criques, faisaient l'objet d'un SB, modifié en 1995. Puis, en décembre 1995, ce fut la chute sur un siège, heureusement inoccupé, d'un moniteur d'un 747-400 d'Air France. Des renforcements avaient été étudiés par Boeing et réalisés en janvier 1996. Ils ne furent pas suffisants pour empêcher les dommages du 5 septembre 1996. Un nouveau SB, applicable en octobre 1997, renforce encore les fixations des ensembles moniteurs vidéo accrochés aux faux plafonds. Pour les autres panneaux de faux plafond, il semble que les renforcements locaux liés aux moniteurs amélioreront la cohésion entre les panneaux eux-mêmes et leur solidarité avec les fixations externes d'une part et avec leur insertion dans la feuillure d'autre part.

Le constructeur, conscient du défaut du précédent système de retenue, avait expérimenté le nouveau système sur un 747 d'Air France avant l'émission du SB. Le SB fut ensuite publié, sous la forme d'un "*Alert Service Bulletin*", avec l'agrément de la FAA et appliqué à la flotte 747-400 d'Air France. La mesure était incomplète : de telles modifications ayant pour objectif d'assurer la sécurité des passagers, puisque de toute évidence celle-ci n'était pas garantie, nécessitaient que le SB fût transformé en consigne de navigabilité. Le 9 novembre 1998 un projet d'AD (NPRM) était émis par la FAA. Un pas en avant est réalisé, mais cet accident montre que la certification globale sur avion n'est pas suffisante pour certains aménagements de cabine.

3- CONCLUSION

3-1 Faits établis par l'enquête

Généralités

- L'équipage détenait les licences et les qualifications requises pour l'exploitation de l'avion.
- L'avion était réglementairement certifié et entretenu.
- Le radar météorologique de bord était sujet à des pannes intermittentes depuis le 25 août. Aucune réparation n'avait été effectuée.
- Un bulletin service non impératif du constructeur du radar, émis en 1994, n'avait pas été appliqué.
- Le mécanicien de l'escale de Johannesburg était de repos le 4 septembre.
- Le personnel de maintenance de la compagnie SAA était qualifié et autorisé à intervenir sur les avions d'Air France.

La préparation du vol

- Le radar météorologique de bord était tombé en panne entre Le Cap et Johannesburg. L'escale avait été avertie.
- Sur la carte TEMSI en possession de l'équipage, une importante masse nuageuse orageuse barrait la route au-dessus de l'Afrique centrale. Un couloir dépourvu de nuages figurait du Ghana au Mali.
- Aucun SIGMET sur la sévérité des phénomènes accompagnant l'onde d'est n'avait été diffusé par les services météorologiques d'Afrique occidentale.
- Dès la confirmation de la panne du radar et après consultation de la MEL, l'équipage a envisagé un départ en tolérance technique et étudié un plan de vol sur une route plus longue de 500 NM passant par Luanda, Accra, Ouagadougou, Gao. Il a utilisé pour cela le dossier établi pour la route standard.
- Aucune information sur le temps nécessaire pour savoir si le remplacement de l'antenne était possible, ni a fortiori sur le délai nécessaire au dépannage, n'a été fournie à l'équipage ni demandée par celui-ci.
- Aucune autre solution que le déroutement n'a été envisagée en cas de non dépannage.

- Comprenant, à la suite d'un malentendu, qu'il n'y avait pas d'antenne de rechange, le commandant de bord a décidé de partir en tolérance technique. L'intervention de l'équipe de maintenance a été arrêtée.
- Une antenne correspondant au P/N de celle du F-GITF était disponible à Johannesburg.

Le vol jusqu'à l'événement

- Le commandant de bord était allé se reposer vers 22 h 40. Les deux copilotes étaient aux commandes.
- Les TAF de Niamey et Ouagadougou obtenus en vol comportaient des probabilités d'orage avec cumulonimbus.
- Après Accra, l'avion a pénétré dans une zone orageuse.
- L'équipage n'a pas respecté la procédure de contact du contrôle de Ouagadougou dix minutes avant l'entrée dans la TMA.
- Lors du contact avec Ouagadougou, plus de deux minutes après l'entrée dans la TMA, le contrôleur a signalé l'orage et les cumulonimbus intéressant la région.
- A aucun moment les pilotes n'ont envisagé un déroutement. Il n'ont pas informé le commandant de bord de la situation.

L'événement

- La consigne d'attacher les ceintures était allumée depuis 20 h 45. De nombreux passagers s'étaient détachés. Beaucoup dormaient.
- A 00 h 22, l'avion a brusquement subi une série de turbulences extrêmes.
- Trente personnes ont été blessées. Des dommages importants se sont produits en cabine, principalement à l'arrière, en zone E.

Le vol après l'événement

- Sans informer le contrôle de l'événement, l'équipage a poursuivi sa route dix-sept minutes au FL 350 alors qu'il devait monter au FL 370. Après avoir rapporté l'événement il a été autorisé au FL 330.
- Un conflit de niveau de vol a eu lieu avec le vol DLH 565 qui n'a pas changé de niveau malgré l'appel de détresse de l'AFR 437 et les instructions du contrôle.
- Les secours à bord ont été assurés par l'équipage de cabine et deux passagers médecins. Le matériel de soins s'est révélé en partie insuffisant en quantité.

- Deux blessés ont requis l'essentiel des soins. L'un d'eux est entré dans le coma.
- Le commandant de bord a décidé le déroutement sur Marseille Provence.
- Les CCR d'Alger et de Marseille ont assuré au vol une route directe sur Ghardaïa puis Martigues.
- A l'atterrissage les secours étaient en place. L'acheminement des blessés vers les hôpitaux a été réalisé dans de bonnes conditions.

Les aménagements intérieurs

- Lors de l'événement, les forces exercées sur les bielles de soutien des coffres à bagages centraux ont excédé aussi bien les valeurs de conception et de certification que les valeurs obtenues lors des essais en statique.
- Selon les calculs effectués par Boeing, l'énergie résultant du heurt violent des coffres de la zone E par deux passagers a participé aux ruptures.
- Les fixations des panneaux de faux plafond supportant les moniteurs avaient déjà fait l'objet d'une consolidation par Boeing. A la suite de l'accident, de nouvelles modifications ont fait l'objet d'un SB émis en 1997. La FAA a publié une NPRM en novembre 1998.

3-2 Causes

L'accident est dû à la traversée d'une zone fortement orageuse où l'avion a subi des turbulences extrêmes.

Les facteurs suivants sont à l'origine de cette situation :

- en dépit de pannes intermittentes répétitives, le radar météorologique de bord n'avait pas été réparé ;
- le vol a été décidé et entrepris en tolérance technique sur la base d'informations météorologiques insuffisantes et mal interprétées ;
- l'équipage n'a pas tenu compte du non fonctionnement du radar de bord et a poursuivi le vol alors que les conditions météorologiques se dégradaient visiblement.

Un facteur aggravant des conséquences de l'accident est que de nombreux passagers avaient détaché ou relâché leur ceinture en dépit de la consigne allumée. Un autre facteur aggravant paraît être la chute d'un moniteur vidéo. Ce dernier facteur est lié à la certification globale sur l'avion des aménagements de cabine, sans essais dynamiques préalables.

4- RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4-1 Liste minimale d'équipement

L'enquête a montré que la MEL des Boeing 747-400 d'Air France relative au radar météorologique de bord et ses révisions ultérieures ne répondaient pas en totalité aux critères de la réglementation en vigueur au moment de l'événement, ni à l'OPS 1. De plus, les conditions exprimées dans le document de travail du 24 mai 1993 établi entre la DGAC et Air France n'étaient pas totalement respectées. Enfin, le rappel du maintien de sécurité en vol en cas de tolérance technique, qui figurait en 1996 dans le préambule du chapitre MEL, a été supprimé dans les éditions suivantes.

En conséquence, le BEA recommande :

- **qu'Air France rappelle la nécessité du maintien de la sécurité en vol dans le préambule des listes minimales d'équipements et modifie la tolérance en courrier relative au radar météorologique de bord conformément aux dispositions de l'OPS 1 ;**
- **que la DGAC s'assure que les tolérances en courrier détaillées dans les listes minimales d'équipements répondent strictement aux critères de l'OPS 1.**

4-2 Validité des prévisions météorologiques aéronautiques

L'enquête a mis en évidence des défaillances significatives dans l'élaboration et la mise à disposition d'informations météorologiques prévisionnelles fiables. Les cartes de temps significatif ne correspondaient pas à l'évolution prévisible de la situation sur l'Afrique occidentale. Le TEMSI du CRPZ de Toulouse responsable de la région EURAFI,¹⁸ constituait l'un des documents qui ont pu être utilisés par le service météorologique d'Afrique du Sud. Dans les prévisions d'atterrissage des aérodromes d'Afrique occidentale les conditions orageuses étaient fortement sous-estimées. Aucun amendement aux TEMSI ou aux TAF n'avait été diffusé. Aucun SIGMET d'orages violents n'avait été rédigé.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que l'OACI propose un audit des Centres Mondiaux de Prévision de Zone pour vérifier l'application des procédures d'élaboration et d'amendement des documents et messages de prévisions météorologiques aéronautiques en référence aux dispositions de l'Annexe 3 ;**
- **que l'ASECNA réalise un audit de ses services météorologiques pour vérifier l'application des procédures d'élaboration et d'amendement des**

¹⁸ Les CMPZ ont repris les responsabilités des CRPZ le 1^{er} janvier 1997.

documents et messages de prévisions météorologiques aéronautiques en référence aux dispositions de l'Annexe 3 de l'OACI.

Compte tenu de l'inadaptation des SIGMET aux orages de mousson tropicale, le BEA recommande :

- **que l'OACI intervienne auprès de l'Organisation Météorologique Mondiale pour que soit mis en place un message météorologique significatif de phénomènes convectifs de très forte intensité dans les régions intertropicales du monde, comparable au SIGMEC américain.**

4-3 Equipements météorologiques au sol

De nombreux pays d'Afrique susceptible d'être soumis à des conditions atmosphériques dangereuses pour la navigation aérienne ne disposent pas de radars de précipitations ou de récepteurs d'images satellitales. Ces équipements complémentaires permettent aux prévisionnistes d'affiner et de rendre plus fiables leurs prévisions. En outre, ils leur sont indispensables pour informer en temps réel les contrôleurs de la circulation aérienne sur les phénomènes atmosphériques dangereux dont l'évolution peut être indiscernable à partir des simples observations. L'ASECNA a entrepris des efforts importants mais qui ne permettent pas encore de couvrir l'ensemble des pays où elle intervient.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que l'installation de radars de précipitations et de récepteurs d'images satellitales dans les centres météorologiques nationaux d'Afrique occidentale fasse l'objet d'un programme prioritaire de l'OACI.**

4-4 Connaissances météorologiques

Les investigations relatives à la préparation du vol ont mis en évidence les lacunes de l'équipage et du personnel de l'escale de Johannesburg dans la connaissance et l'interprétation de la documentation météorologique aéronautique. Il en était de même de la part du personnel du centre de Dispatch d'Air France. L'information météorologique fournie par le contrôle de la circulation aérienne en route aurait pu être plus précise.

En conséquence, le BEA recommande :

- **qu'Air France mette à jour et complète la documentation climatologique remise aux équipages et s'assure régulièrement du niveau des connaissances en météorologie des équipages de conduite et des personnels de la Direction des Opérations et des escales ;**
- **que la DGAC s'assure que les programmes d'examens en météorologie correspondent aux connaissances actuelles sur les phénomènes**

atmosphériques dangereux et que le niveau de qualification des équipages de conduite de transport public et des agents d'opérations des compagnies aériennes correspond effectivement aux connaissances requises ;

- qu'en référence aux dispositions des Annexes 3 et 11 de l'OACI, l'ASECNA s'assure que l'information météorologique fournie par les contrôleurs soit la plus complète possible, en fonction des moyens disponibles.

4-5 Consignes et procédures des compagnies aériennes

Que ce soit dans le cadre de l'exploitation ou de la maintenance, l'enquête a révélé des défaillances dans la rédaction, la compréhension et l'interprétation des consignes en vigueur dans la compagnie. Des lacunes concernant les messages d'incidents et leur traitement en temps réel ont également été mis en évidence.

En conséquence, le BEA recommande :

- qu'Air France contrôle la rédaction de ses consignes et procédures en vigueur et s'assure qu'il ne peut exister de doute sur leur interprétation au regard de la sécurité, en particulier sur les actions à mener en cas de tolérance technique ou d'incident ;
- que la DGAC s'assure que les dispositions des transporteurs aériens concernant l'exécution des vols de tolérance technique prennent en compte la non disponibilité de l'équipement, lorsque celui-ci est lié à la sécurité et que des dispositions similaires existent dans le cas des pannes survenant au cours du vol.

4-6 Ceintures de sécurité

L'enquête a mis en évidence l'importance pour la sécurité des passagers d'une bonne utilisation des ceintures. On peut noter que, pour la croisière, la réglementation indique seulement que la ceinture doit être attachée quand le commandant de bord le juge nécessaire. Quant aux consignes écrites en vigueur, du moins à Air France, elles manquent de clarté.

En conséquence, le BEA recommande :

- que la DGAC et les JAA complètent les dispositions réglementaires relatives aux déplacements en cabine et à l'utilisation des ceintures de sécurité et autres dispositifs de retenue, en particulier pour tenir compte des risques liés aux turbulences en vol ;
- que les exploitants s'assurent que leurs consignes et procédures relatives aux déplacements des passagers en cabine et à l'utilisation des ceintures de sécurité et autres dispositifs de retenue sont suffisamment pré-

cises et détaillées et qu'ils contrôlent régulièrement que les équipages de conduite et de cabine sont sensibilisés sur ces points.

4-7 Trousses de premier secours et d'urgence

Les accidents survenant en turbulences extrêmes provoquent parfois de nombreux blessés. Dans le cas du F-GITF, les trousse de premiers secours et d'urgence se sont révélées insuffisantes.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que les JAA reconsidèrent les critères d'emport de trousse de premier secours et d'urgence pour mieux tenir compte des risques encourus en vol et qu'en attendant une modification de la réglementation la DGAC prenne des mesures provisoires.**

4-8 Radars de circulation aérienne

La couverture radar de circulation aérienne est absente au-dessus d'une grande partie de l'Afrique. L'ASECNA a consenti d'importants efforts, en particulier pour le renouvellement des systèmes de radiocommunications et la mise en service d'un radar de circulation aérienne à N'Djaména. Cependant aucun radar ne couvre encore le centre de l'Afrique occidentale et le Sahara. De ce fait, les contrôleurs sont obligés de se référer aux seules informations communiquées par les équipages. Or l'enquête a montré que ceux-ci pouvaient ne pas informer complètement le contrôle de leurs manœuvres.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que la mise en place d'une couverture radar de circulation aérienne protégeant les grandes routes aériennes traversant l'Afrique occidentale soit inscrite comme une priorité de l'assistance technique de l'OACI.**

4-9 Pannes répétitives d'un équipement embarqué

Les différents équipements composant le radar météorologique embarqué étaient entretenus selon la procédure de "condition monitoring". Si cette procédure est a priori sans incidence sur la sécurité pour les systèmes doublés, émetteur-récepteur par exemple, elle ne l'est pas pour l'antenne et son mécanisme qui sont uniques. Le suivi statistique de fiabilité réalisé sur ces derniers équipements ne tient pas compte des pannes intermittentes répétitives.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que la DGAC prenne les dispositions nécessaires pour que l'entretien en "condition monitoring" des équipements embarqués ne concerne que des systèmes ou éléments redondants et que toute panne intermittente non confirmée au sol mais répétitive soit traitée comme une panne confirmée.**

4-10 Aménagements intérieurs

Les aménagements intérieurs des cabines sont certifiés globalement sur l'avion. Bien que ces aménagements soient conçus et certifiés pour résister à des facteurs de charge à l'écrasement relativement élevés, une incertitude demeure quant à la validité de ces facteurs de charge limites qui ne sont pas vérifiés en essais dynamiques. Par le passé, plusieurs accidents ont déjà mis en doute la validité de la certification. L'Air Accident Investigation Branch et le National Transportation Safety Board sont intervenus à ce sujet respectivement en 1990 et en 1992. L'accident survenu au Boeing 747-400 F-GITF constitue un exemple supplémentaire.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que les JAA établissent au plus tôt une norme d'essais dynamiques des aménagements intérieurs dans le cadre de la certification des avions de transport public ;**
- **que la FAA reconsidère les recommandations A-92-13, A-92-14 et A-92-15 émises par le NTSB et classées sans suite en 1996, pour que des essais dynamiques soient réalisés sur les aménagements intérieurs des avions.**

Liste des Annexes

ANNEXE 1

Route suivie par le F-GITF établie à partir du FDR

ANNEXE 2

Expérience récente du commandant de bord sur l'Afrique

ANNEXE 3

Cartes TEMSI du Weather Bureau de Pretoria et du CRPZ de Toulouse

ANNEXE 4

Analyses météorologiques

ANNEXE 5

Imagerie satellitale

ANNEXE 6

Transcriptions des radiocommunications

ANNEXE 7

Transcriptions des communications téléphoniques

ANNEXE 8

Routes comparées du vol AFR 437 et des autres vols en contact avec Niamey

ANNEXE 9

Courbes restituant les paramètres de vol (FDR - DAR)

ANNEXE 10

Photographies de l'avion et de la cabine arrière

ANNEXE 11

Composition des troussees médicales de secours et d'urgence

ANNEXE 12

Extraits de la documentation climatologique Air France

ANNEXE 13

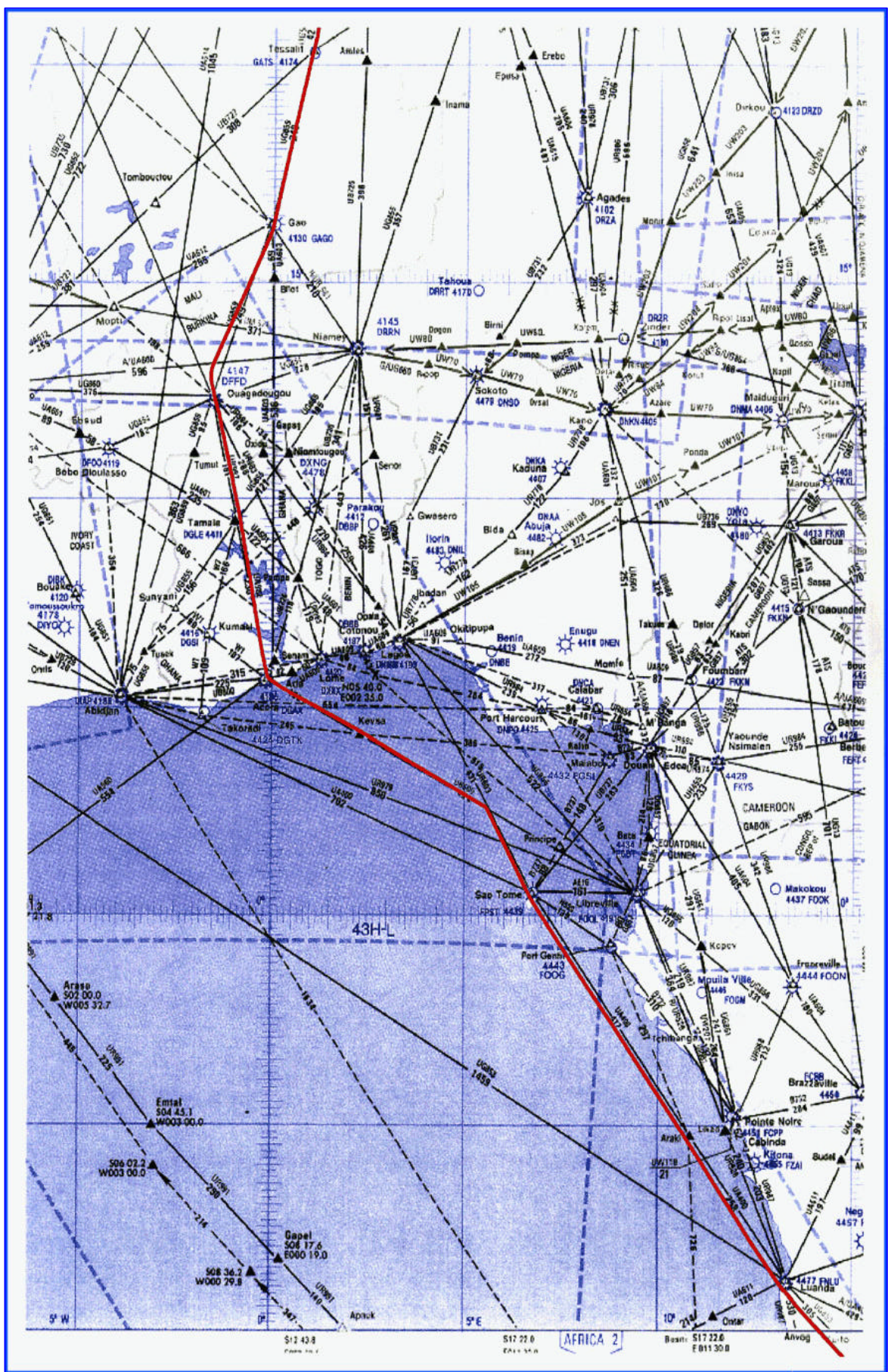
Plans et photographies des bielles soutenant les coffres à bagages

ANNEXE 14

Projet d'AD (NPRM) relative aux fixations des moniteurs vidéo

ANNEXE 15

Chronologie du vol AFR 437 entre Le Cap et Marseille



EXPERIENCE RECENTE DU COMMANDANT DE BORD SUR L'AFRIQUE

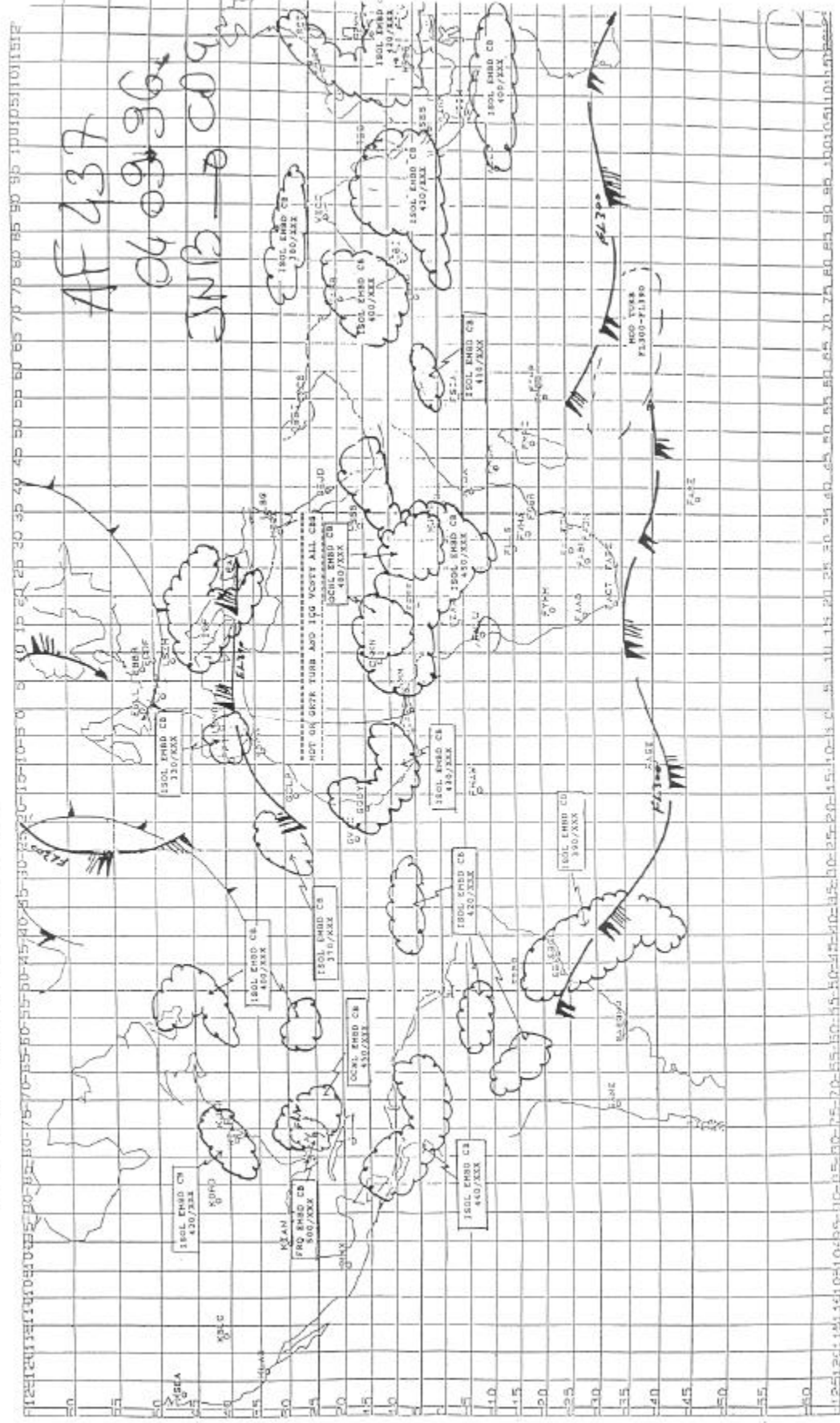
Boeing 747-200

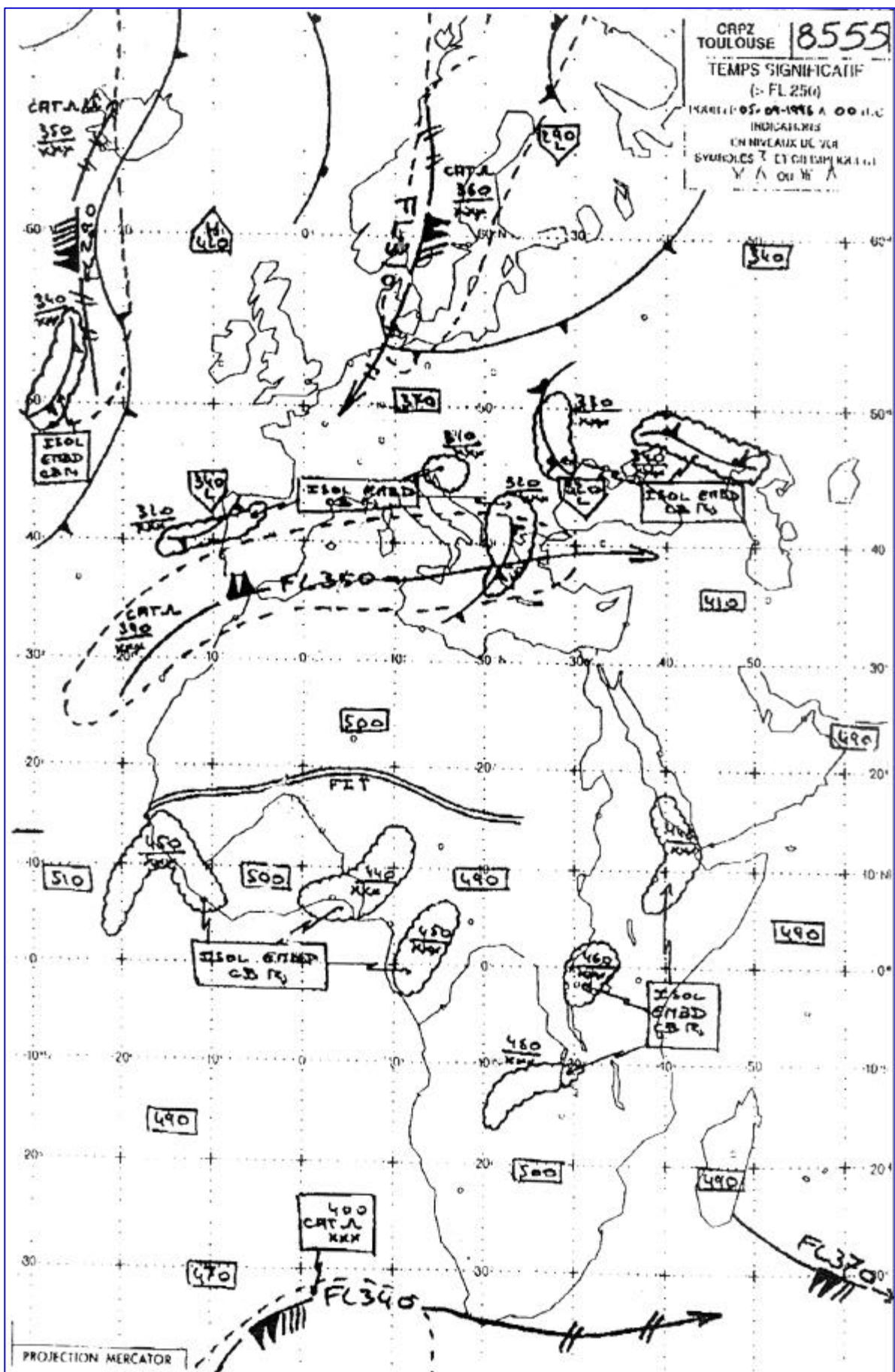
2 septembre 1995	Paris Lagos - Douala
4 septembre 1995	Douala - Lagos - Paris
12 septembre 1995	Paris - Nairobi - Antananarivo
17 septembre 1995	Antananarivo - Nairobi - Paris
30 septembre 1995	Paris - Libreville
2 octobre 1995	Libreville - Paris
6 octobre 1995	Paris - Cotonou
10 octobre 1995	Cotonou - Paris
17 novembre 1995	Paris - Lagos - Cotonou
21 novembre 1995	Cotonou - Lagos - Paris
23 novembre 1995	Paris - Saint-Denis de la Réunion
29 novembre 1995	Saint-Denis de la Réunion - Paris

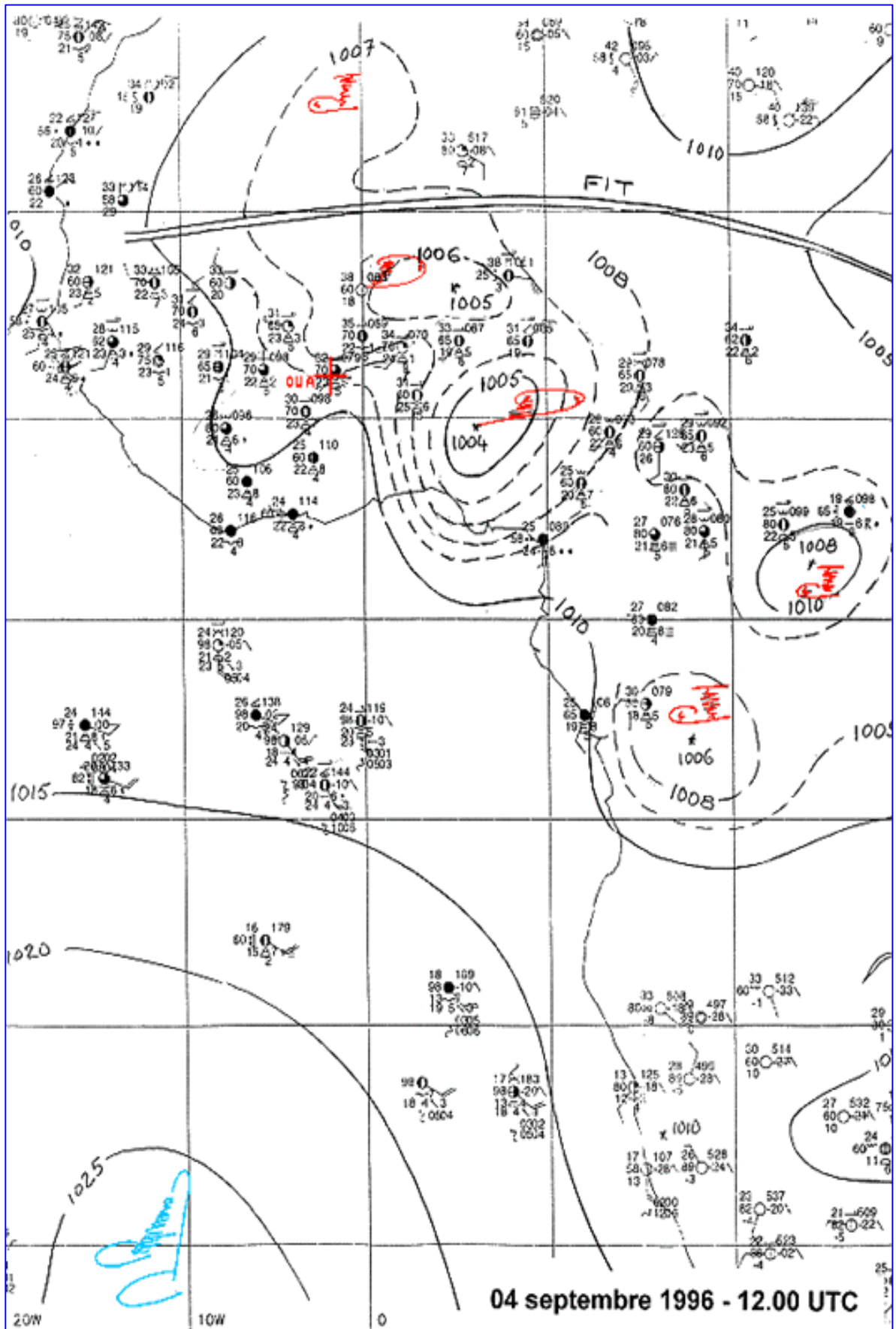
Boeing 747-400

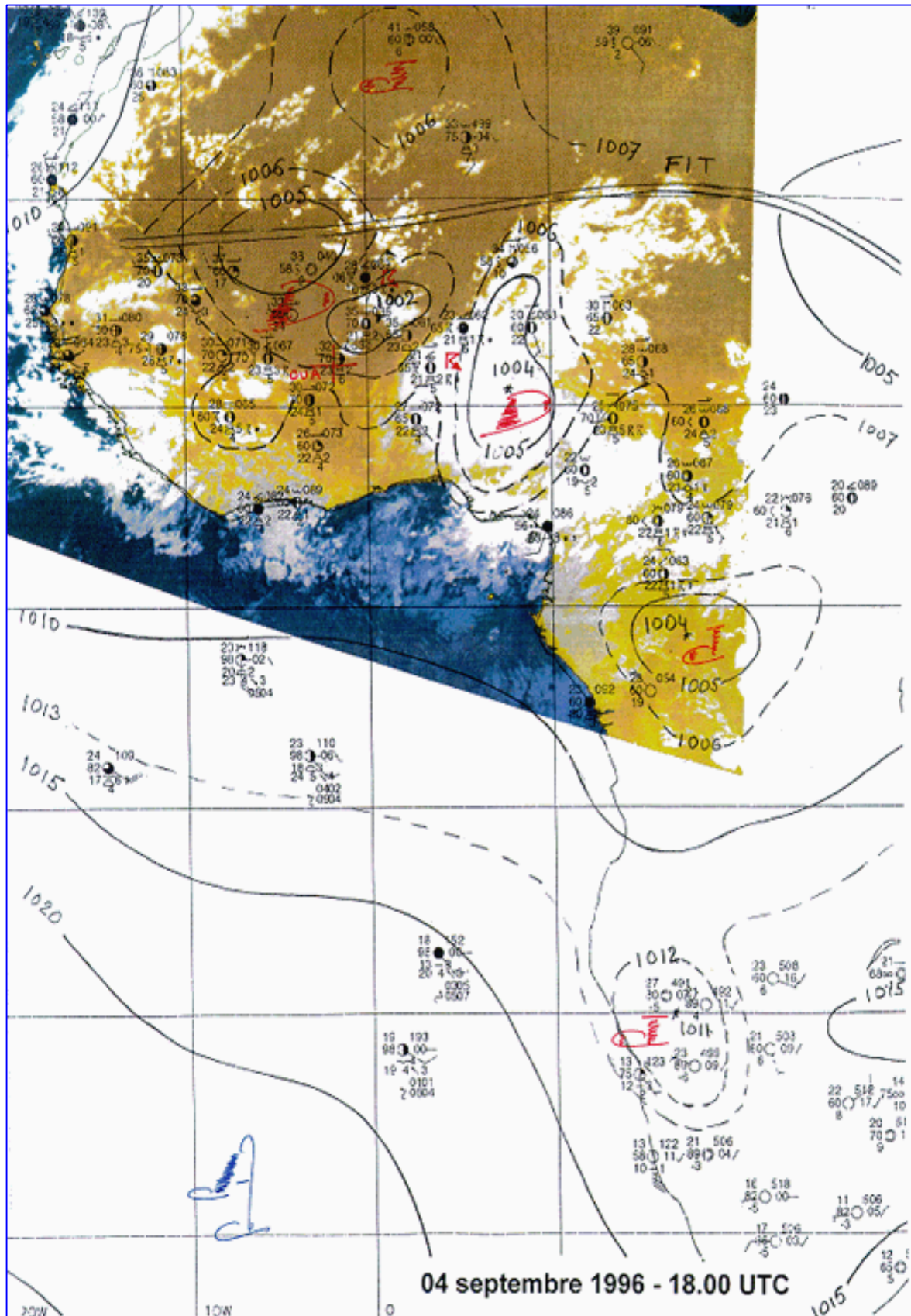
1er avril 1996	Paris - Johannesburg
5 avril 1996	Johannesburg - Paris
8 juin 1996	Paris - Johannesburg
12 juin 1996	Johannesburg - Paris
17 juin 1996	Paris - Brazzaville
19 juin 1996	Brazzaville - Kinshasa - Luanda - Paris
20 juillet 1996	Paris - Johannesburg
24 juillet 1996	Johannesburg - Paris
31 août 1996	Paris - Johannesburg
4 septembre 1996	Johannesburg - Marseille

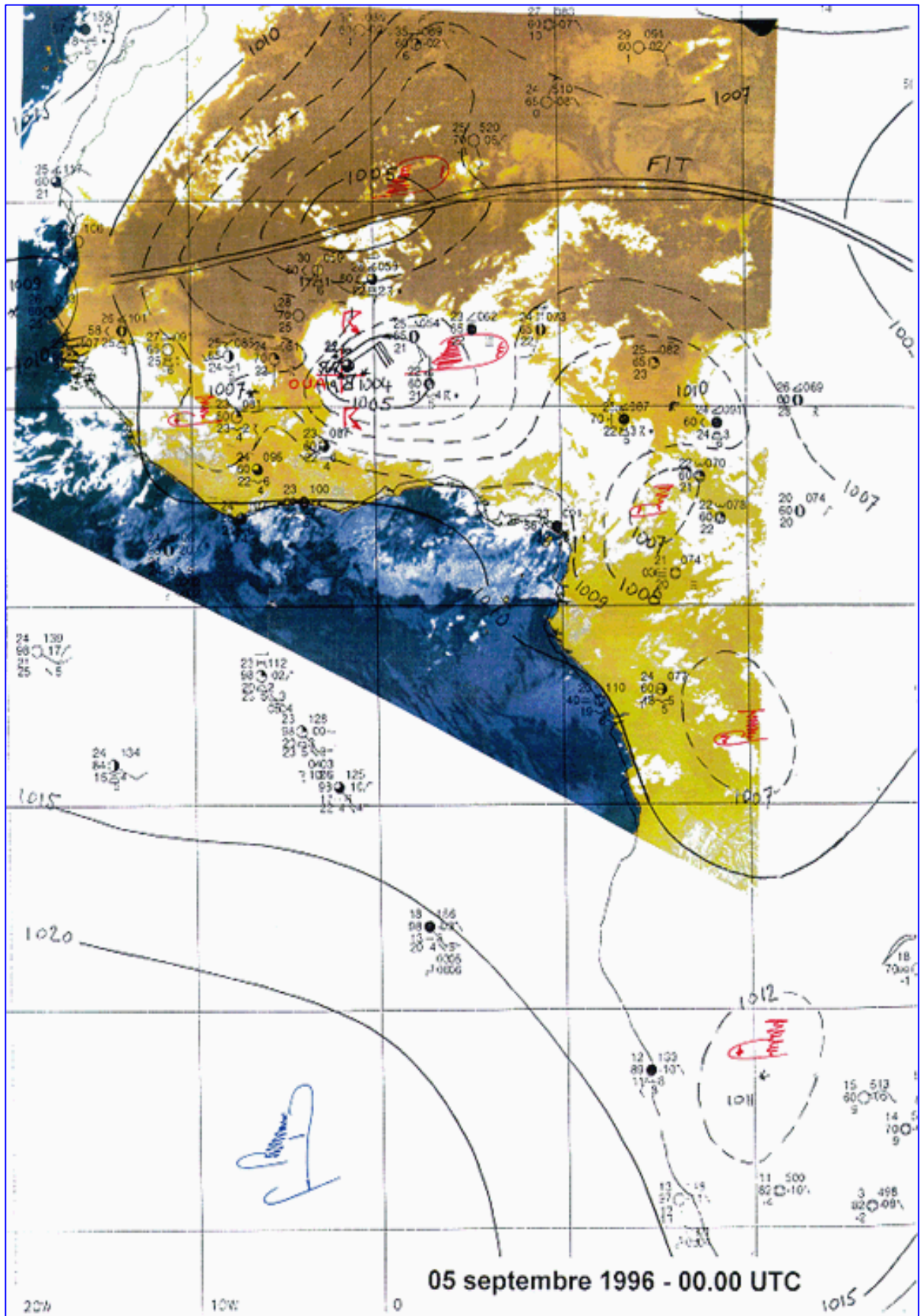
MMO FAJS: Significant Weather Above FL240 Valid 00 UT 96-09-05

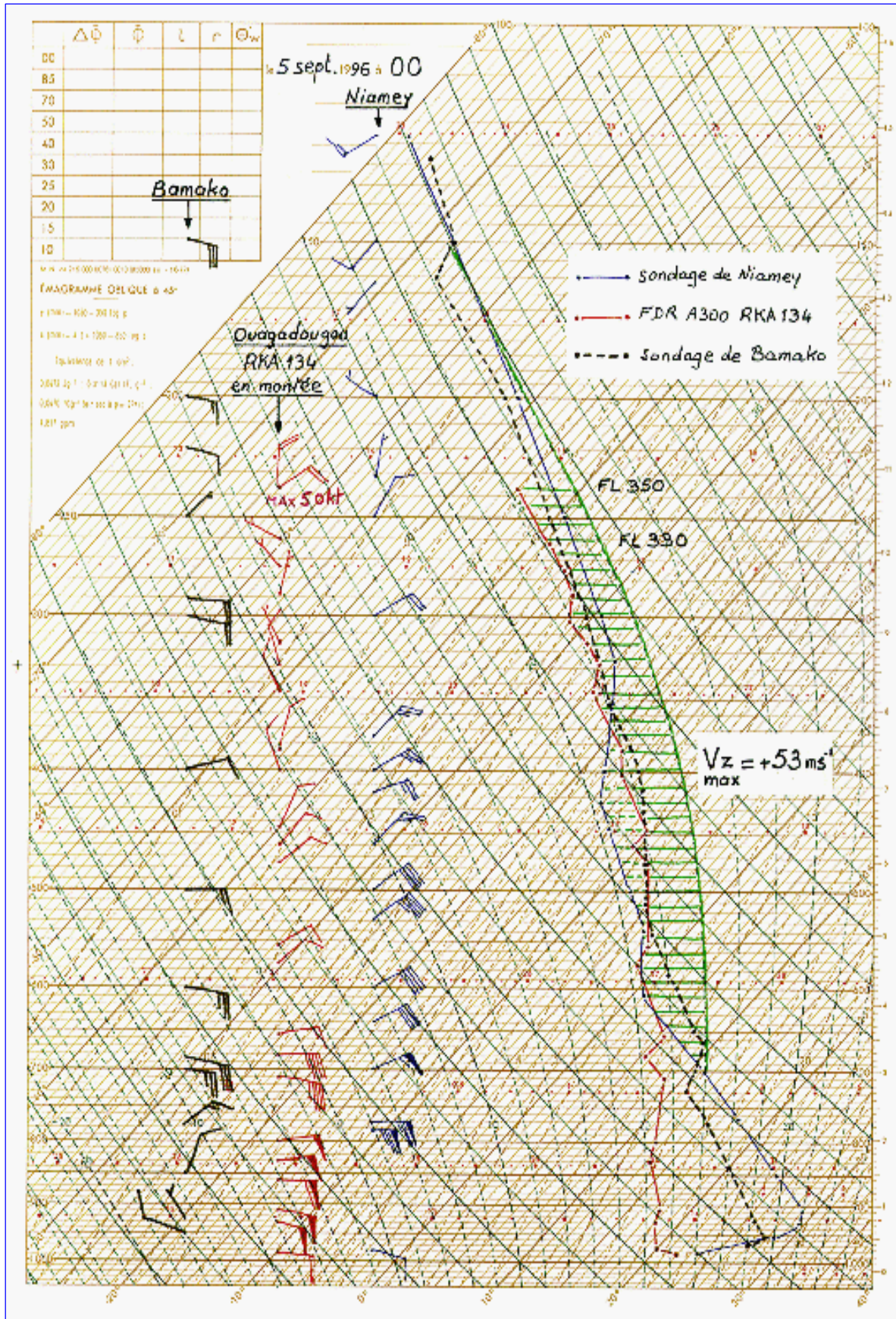


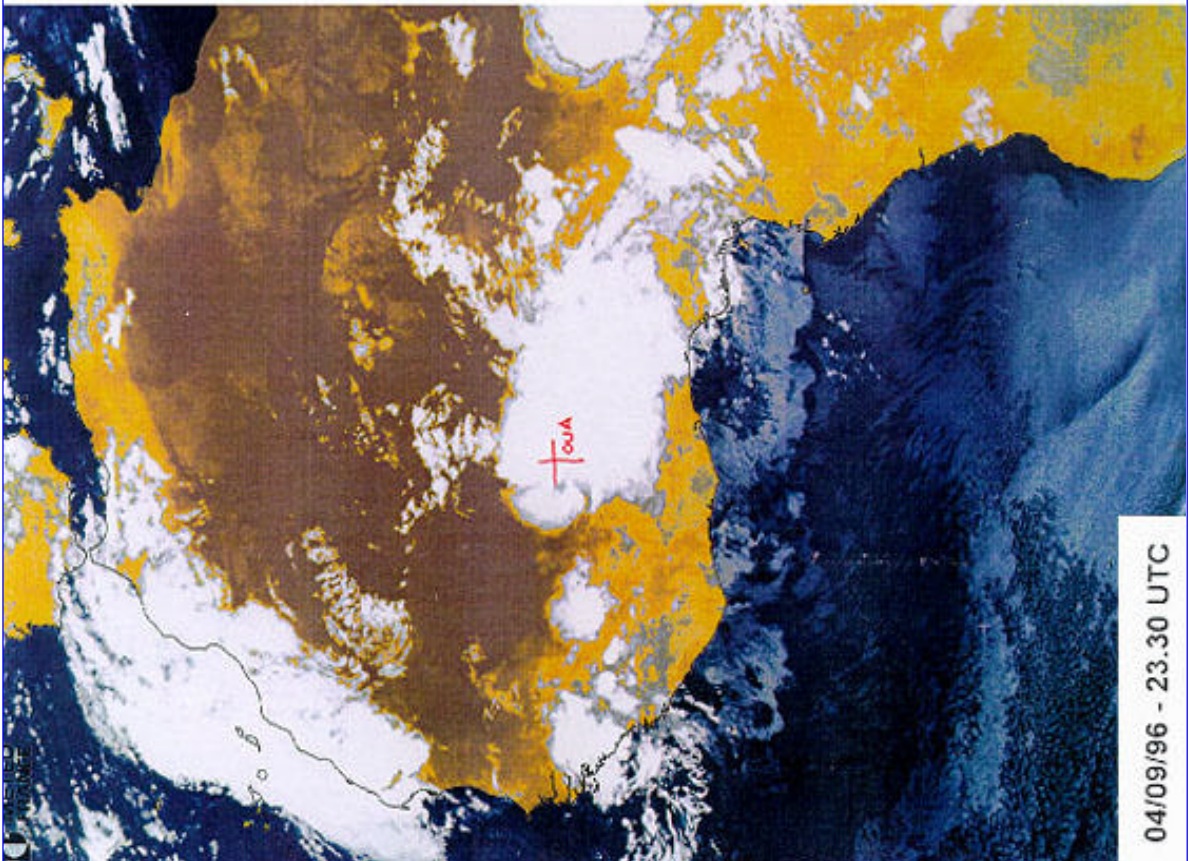
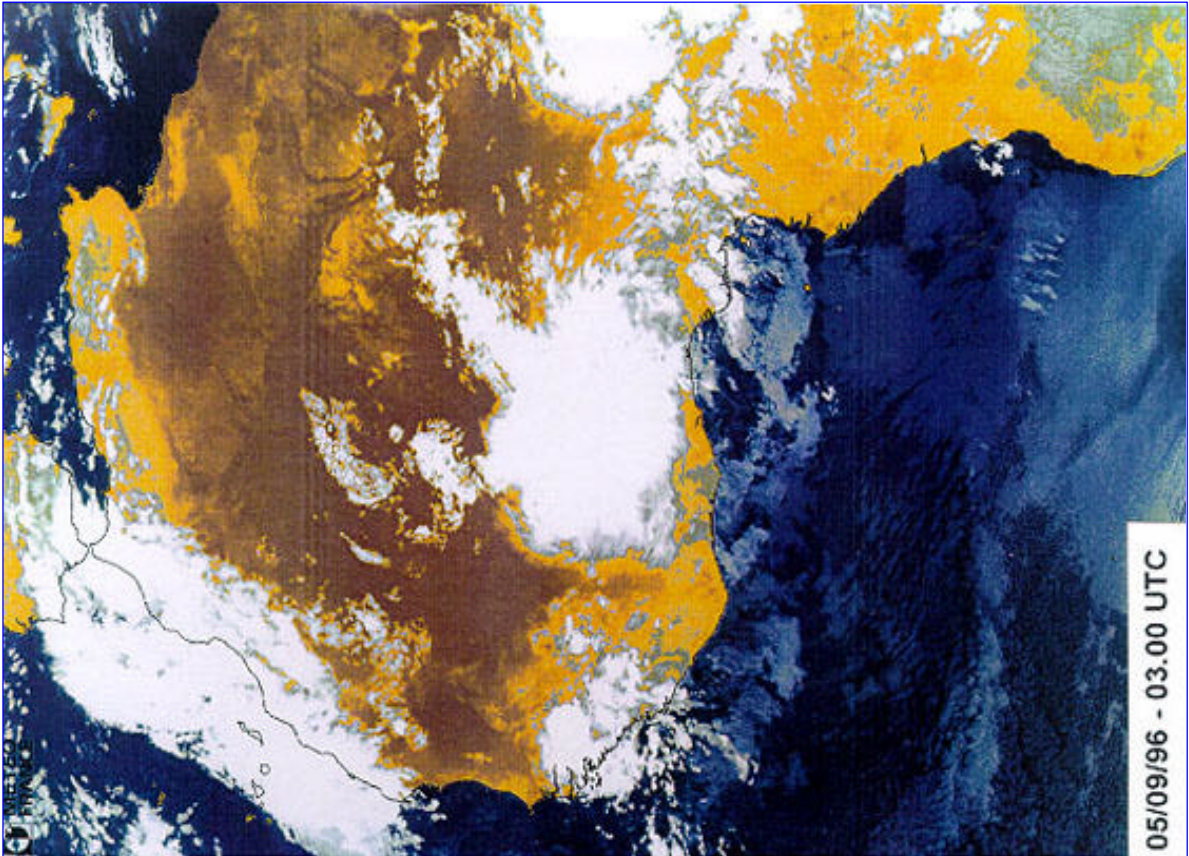


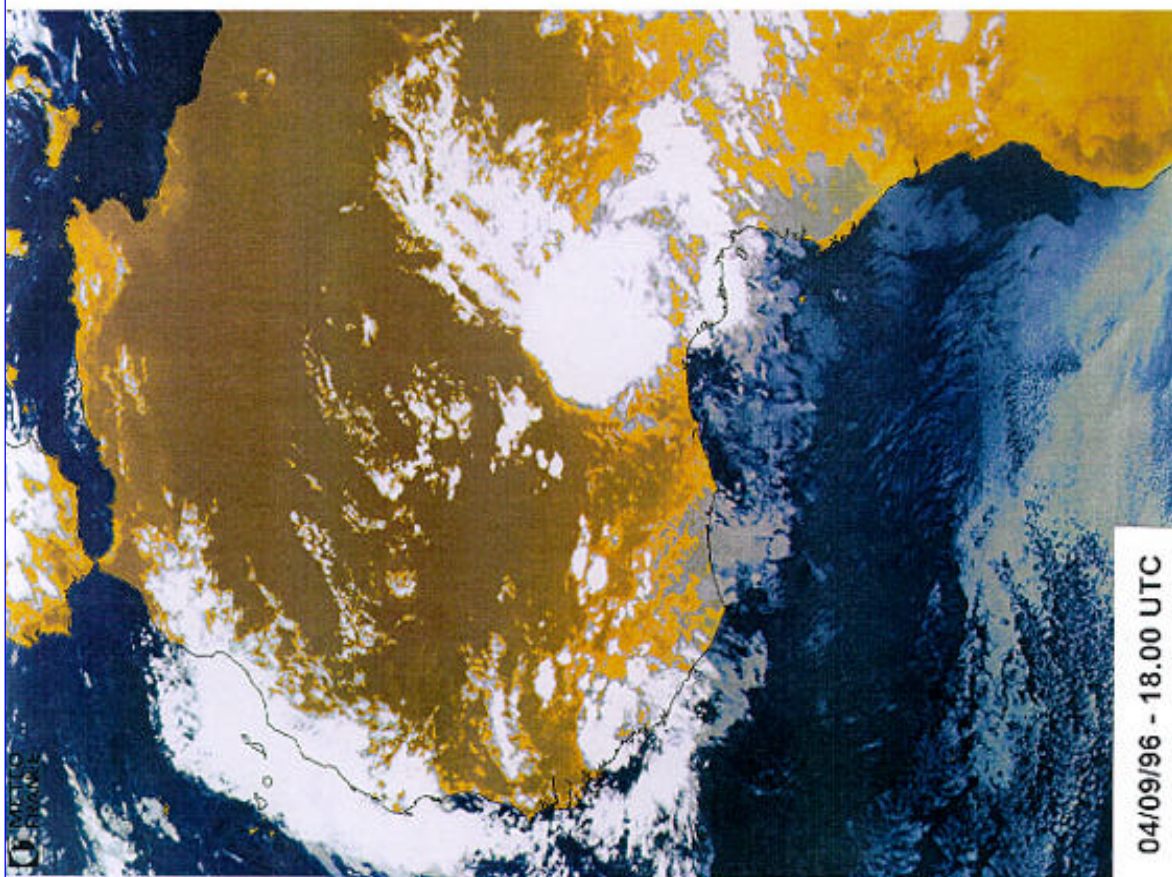
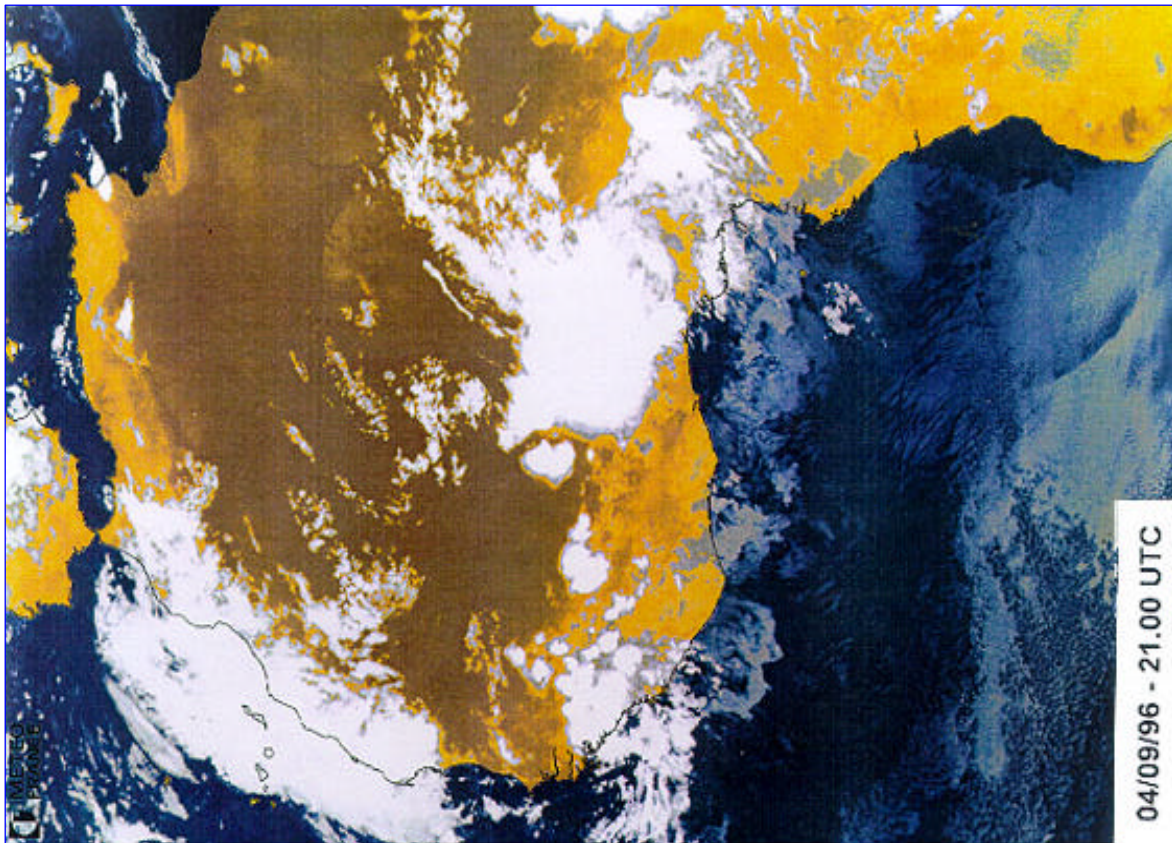


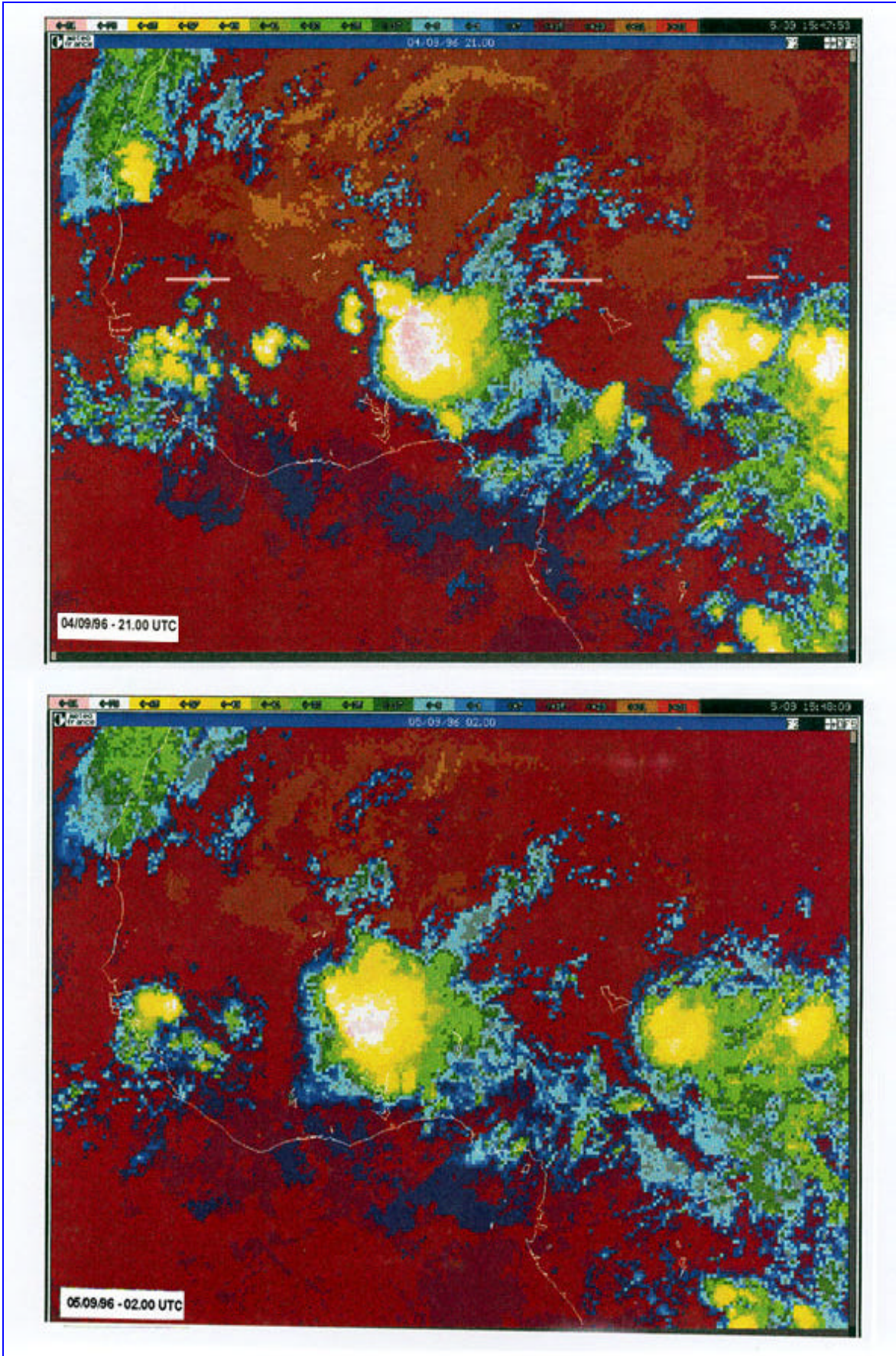












CONTROLE TOUR - APPROCHE OUAGADOUGOU

Transcription fréquence VHF 118,10 MHz

Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 09 min 21 s

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
00.09.21	TWR	RKA134	RKA 134, Ouaga le vent 90 degrés 28 nœuds maximum 40 nœuds.
00.09.29	RKA134	TWR	...(Illisible) ça devrait être terminé d'ici 5 à 10 minutes maxi.
00.09.38	TWR	RKA134	On va attendre pour voir.
00.14.36	TWR	RKA134	90 degrés 18 nœuds.
00.14.42	RKA134	TWR	Oui on ...va attendre encore un petit peu hein.
00.14.45	TWR	RKA134	Oui qu'est-ce que ça donne sur votre radar là ?
00.14.47	RKA134	TWR	Mais alors là, il n'a plus l'air de tellement bouger, il a l'air de rester stationnaire quoi.
00.14.53	TWR	RKA134	OK !
00.19.08	RKA134	TWR	Ouaga, RKA 134 !
00.19.08	TWR	RKA134	RKA 134, excusez-moi, j'étais sur une autre fréquence. Le vent 100 degrés 20 nœuds.
00.19.17	RKA134	TWR	100 degrés 20 nœuds.
00.19.28	RKA134	TWR	On va décoller, RKA 134.
00.19.33	TWR	RKA134	Vous allez attendre 5 minutes je vais faire une visite de piste pour voir s'il y a rien sur la piste.
00.19.39	RKA134	TWR	Oui, avec le vent il devrait pas y avoir grand chose hein !
00.19.42	TWR	RKA134	C'est justement à cause du vent, je ne sais pas s'il n'y a pas des objets qui ont été trimbalés sur la piste là.
00.19.48	RKA134	TWR	Oui d'accord !
00.19.49	TWR	FLYCO	Flyco la tour ?
00.19.54	TWR	FLYCO	Flyco la tour ?
00.19.59	FLYCO	TWR	Flyco 5 !
00.20.00	TWR	FLYCO	Vous pénétrez pour faire une visite rapide de piste là.
00.20.08	TWR	FLYCO	Vous avez copié ?
00.20.10	SSIS	TWR	C'est le véhicule incendie " un " qui est ...à la piste là-bas. Vous pouvez téléphoner au sécurité pour qu'ils vont ...comme il pleut là je suis sûr ils ne sont pas dans la Flyco.
00.21.54	TWR	FLYCO	Flyco la tour ?
00.21.55	FLYCO	TWR	...Illisible
00.22.49	TWR	FLYCO	Flyco la tour ?
00.22.50	FLYCO	TWR	Eh Flyco 5. Nous allons essayer d'aller avec le VIPP.
00.22.54	TWR	FLYCO	Mais où est la Flyco ?
00.22.57	FLYCO	TWR	Flyco 5. Flyco est au point d'attente là.
00.23.00	TWR	FLYCO	Allez y, allez y là, c'est plus rapide hein ! Allez y.
00.23.03	FLYCO	TWR	C'est bien reçu.

CONTROLE TOUR - APPROCHE OUAGADOUGOU
Transcription fréquence VHF 118,10 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 09 min 21 s

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
00.23.41	FLYCO	TWR	Flyco veut aller pour la visite hein !
00.23.43	TWR	FLYCO	Allez y, allez y !
00.23.45	FLYCO	TWR	OK, bien reçu !
00.26.13	RKA134	TWR	RKA 134 ! le dernier vent s'il vous plaît !
00.26.17	TWR	RKA134	90 degrés pour 25 nœuds.
00.26.17			Illisible.
00.26.23	RKA134	TWR	Bien reçu.
00.28.15	FLYCO	TWR	La tour, Flyco, inspection de piste terminée pour ...piste trempée. La piste est dégagée.
00.28.22	TWR	FLYCO	OK ! C'est bien reçu. Merci.
00.28.33	TWR	RKA134	RKA 134, Ouaga ?
00.28.36	RKA134	TWR	Oui je vous écoute !
00.28.37	TWR	RKA134	C'est OK pour la visite de piste.
00.28.40	RKA134	TWR	Le dernier vent, RKA 134 ?
00.28.43	TWR	RKA134	Toujours 90 degrés à 21 nœuds.
00.28.48	RKA134	TWR	Bien ! Décollage alors 134 !
00.28.51	TWR	RKA134	OK ! Autorisé à décoller. Après décollage virage à gauche, autorisé Ouaga - Paris via Gulim au 330.
00.29.01	RKA134	TWR	Probablement ... fera plutôt un virage par la droite. C'est meilleur hein, on va voir.
00.29.06	TWR	RKA134	OK ! Virage à droite approuvé.
00.29.08	RKA134	TWR	Reçu.
00.29.24	TWR	RKA134	QNH 1015.
00.32.15	TWR	RKA134	134, Ouaga envol à 30 ;vous rappelez pour les estimées.
00.32.20	RKA134	TWR	Bien reçu, 134.
00.32.36	RKA134	TWR	Ouaga, RKA 134 les estimées ; Gulim à 0 heure 42, Gao à 1 heure 4 et TZE à 38, destination pour Charles de Gaulle 5 heures 42, quatre, deux.
00.32.51	TWR	RKA134	OK ! C'est bien reçu. Vous rappelez croisant 240 en montée.
00.32.56	RKA134	TWR	Reçu, RKA 134.
			Fin de la transcription

CCR OUAGADOUGOU
Transcription fréquence VHF 120,30 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 17 min 25 s

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
00.17.25	AFR437	TWR	Ouaga de AFR 4-37, Ouaga bonsoir !
00.17.30	TWR	AFR437	AFR 437, Ouaga ?
00.17.34	TWR	AFR437	AFR 437, Ouaga ?
00.17.35	AFR437	TWR	Oui Ouaga, AFR 4-37, bonsoir ! nous avons passé Navon à 15, zéro zéro, unité, cinq, niveau de vol 3.5.0, estimons la verticale de OG à 24, zéro, zéro, deux, quatre, Gulim ensuite. Après OG nous souhaiterions le niveau de vol 370 et puis nous aimerions avoir la dernière météo, s'il vous plaît.
00.17.57	TWR	AFR437	OK, c'est reçu ! Vous me donnez votre heure de décollage de Johannesburg et votre estimée Gulim !
00.18.02	AFR437	TWR	Décollage Johannesburg 18 heures 29 et l'arrivée Paris 5 heures 7 minutes.
00.18.11	TWR	AFR437	Confirmez 34 pour Gulim ?
00.18.15	AFR437	TWR	J'ai pas compris . Vous répétez plus fort ; je n'entends vraiment rien là.
00.18.19	TWR	AFR437	Vous confirmez, vous estimez Gulim, le point Gulim à 0 heure 34 ?
00.18.23	AFR437	TWR	Affirm.
00.18.24	TWR	AFR437	OK, c'est reçu. Vous maintenez niveau de vol 350 de Navon à OG. Vous copiez la dernière de Ouaga à 23 heures 58 : le vent 100 degrés pour 19 nœuds, la visi 6 000 mètres, orage et pluie, nuages épars à 600 mètres, épars à 900 mètres, CB aux secteurs est et nord-est et tempé 20, point de rosée 20, QNH 1015, tendance Nosig. Vous rappelez OG.
00.19.03	AFR437	TWR	Reçu. On rappellera euh ... OG libérant niveau 3.5.0., AFR 4.37.
00.25.09	AFR437	TWR	...GA de AFR 4-37, nous avons passé la verticale de euh d'OG, pour monter au niveau 3-7-0.
00.25.17	TWR	AFR437	Vous montez 3-7-0. Rappelez atteignant et Gulim.
00.25.28	TWR	AFR437	AFR 437, Ouaga ?
00.25.34	TWR	AFR437	AFR 437, Ouaga ?
00.25.45	TWR	AFR437	AFR 437, Ouaga ?
00.25.51	TWR	AFR437	AFR 437, Ouaga ?
00.25.56	AFR437	TWR	Ouaga, AFR 4-37 ?
00.25.59	TWR	AFR437	AFR 437, Ouaga, vous montez au 3-7-0, montez au 3-7-0. Rappelez atteignant et Gulim.
00.26.27	AFR437	TWR	Illisible ...décalage de euh 2 NM et ensuite on montera 300...3-7.
00.26.38	TWR	AFR437	AFR 4-3-7 hein. On te rappelle d'ici une minute. OK, OK. J'ai bien copié. Vous montez au niveau 3-7-0 et vous rappelez travers Gulim.

CCR OUAGADOUGOU
Transcription fréquence VHF 120,30 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 17 min 25 s

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
00.30.47	TWR	AFR437	AFR 437, Ouaga ?
00.30.55	AFR437	TWR	Ouaga, AFR 4-37 ?
00.30.57	TWR	AFR437	Confirmez vous avez stabilisé au 370 ?
00.31.04	AFR437	TWR	Ah oui ! AFR 4-37 stand by euh parce que le radar météo est tombé en panne là. Attendez !
00.31.18	AFR437	TWR	Oui ah ... Ouaga AFR 4-37 ?
00.31.23	TWR	AFR437	Je demandais si vous étiez stable au 370 ?
00.31.27	AFR437	TWR	Né...négatif, on est au 3-5-0 AFR 437. On souhaiterait rester encore 5 minutes au 3-5-0.
00.31.37	TWR	AFR437	OK ! Pour information j'ai RKA 134 qui fera la même route et qui vient de décoller là ; il montera au 3-3-0.
00.31.46	AFR437	TWR	...Illisible Oui d'accord, reçu AFR4-37.
00.35.12	TWR	AFR437	AFR 437 ouaga ?
00.35.20	AFR437	TWR	Ouaga d'AFR 4-37 je vous écoute.
00.35.23	TWR	AFR437	Votre position ?
00.35.26	AFR437	TWR	Alors, nous sommes à 165 nautiques en route sur Ga, stable au Niveau 350.
00.35.33	TWR	AFR437	Vous montez au 3-7-0 parce que le euh...3-0-5 euh...le 3-5-0 n'est pas approprié pour la route.
00.35.43	AFR437	TWR	OK ! Nous libérons 3-5-0 pour 3-7-0 dès maintenant, AFR 4-37.
00.35.46	TWR	AFR437	Contactez Niamey, contactez Niamey sur 131.3. Au revoir.
00.35.51	AFR437	TWR	135.3
00.35.53	TWR	AFR437	131.3 unité trois unité trois.
00.35.56	AFR437	TWR	Unité ... trois, unité trois ; au revoir.
			Fin de la transcription

CCR NIAMEY
Transcription fréquence VHF 131,30 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 31 min

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
00.31	RKA232 Niamey	Niamey RKA232	Niamey RKA 232, bonsoir. 232 Niamey oui je vous reçois ... Vous confirmez - 232 ?
	RKA 232	Niamey	Affirmatif RKA 232 nous faisons Cotonou - Paris Charles de Gaulle FL 290, décollé de Cotonou à 23.50. On estime TATAT à 00.39, NY 52, APERO 01.13, AMTES 01.41. A vous.
	Niamey	RKA232	Vous confirmez c'est AI là ?
	RKA232	Niamey	Affirmatif.
	Niamey	RKA232	RKA 232.
	RKA232	Niamey	C'est correct.
	Niamey	RKA232	Vous confirmez votre FL 270.
	RKA232	Niamey	Je suis au 290 RKA 2.3.2.
	Niamey	RKA232	Autorisé TATAT, NY, APERO limite rappelez NY.
	RKA232	Niamey	Autorisé TATAT, NY, APERO FL 290. Je rappelle verticale NY, RKA 232.
RKA232 Niamey	Niamey RKA232	Vous avez une dernière de Niamey s'il vous plaît ? Oui, le vent 180, correction 120/12 kt visi 10 km OVC à 3 800 m, épars à 800 m avec 1/8 de Cb au nord-nord-ouest, température plus 25 °C, QNH 1008.	
00.35	AFR437	Niamey	Niamey AFR 437, bonsoir.
	AFR437	Niamey	Niamey, AFR 437.
	RKA232	Niamey	Niamey, AFR 437.
	RKA232	Niamey	Niamey, AFR 437.
00.42	AFR437 Niamey	Niamey AFR437	Niamey, AFR 437. AFR 437, Niamey.
	AFR437	Niamey	Nous avons des problèmes spéciaux suite à forte turbulence en vol avec ... (illisible) sur commandes de vol, nous sommes actuellement au niveau de vol 350, nous aimerions maintenir le ... ce niveau ou descendre de 1 000 ft maximum.

CCR NIAMEY
Transcription fréquence VHF 131,30 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 31 min

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Vous confirmez votre route là. Alors nous sommes en route sur GAO que nous estimons à 00.54, 0-0-5-4 et nous maintenons 3-5-0 pour le moment.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Vous faites, vous avez quitté quel point là ? Nous venons de survoler verticale Ouagadougou.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Oui quel est votre point de départ et destination ? FAJS et destination Paris CDG.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Vous faites OG, GULIM, GAO ? Alors nous faisons OUAGA, nous sommes sur UG 859 et nous allons sur Nous faisons GAO pour le moment.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Vous me donnez votre estimée... à quelle heure vous avez GULIM, l'estimée GAO et le point MOKAT ? MOKAT on l'estime à 28, 0-1-2-8 et GAO à 54, 0-0-5-4 nous aimerions maintenir 3-5-0.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	3-5-0 c'est pas bon, soit vous montez au 370, ou alors vous descendez au 330. On ne pourrait pas être au 330, 3-3-0 ?
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Oui 330 c'est bon, vous confirmez GAO 00.54. Affirme.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Et à quelle heure vous avez passé le point GULIM ? Je ne sais pas, on était dans les cunimb on est descendu de travers, je ne peux vous répondre là. GULIM est passé aux environs de 33 à 0-0-3-3.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	OK donc c'est le 330 hein ? OK on libère.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Vous me donnez votre type d'appareil, immatriculation et SELCAL. C'est un 747 F-GITF et le SELCAL AFCS.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	OK 330, vous rappelez à GAO. Je rappelle GAO.
00.45	RKA134 Niamey RKA134	Niamey RKA134 Niamey	Niamey RKA 134, bonsoir, position. RKA 134, Niamey. Position GULIM à 00 h 44, 4-4 niveau 330 estimons GAO à 01 h 06 MOKAT à 01 h 42, 4-2.
	Niamey RKA134	RKA134 Niamey	Autorisé GULIM-GAO niveau 330 rappelez GAO. GULIM - GAO 330, je rappelle GAO RKA 134.
00.48	RKA232 Niamey RKA232 Niamey	Niamey RKA232 Niamey RKA232	Niamey RKA 232. 232, Niamey. Oui on demande le niveau 330. Ah, négatif cause trafic, vous maintenez, vous rappelez verticale NY.
	RKA232	Niamey	Roger on rappelle verticale NY, RKA 232.
00.52	DLH565	Niamey	Niamey DLH 565, position.

CCR NIAMEY
Transcription fréquence VHF 131,30 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 31 min

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
	Niamey DLH565	DHL565 Niamey	Go ahead. Overhead APERO this time level 330, AMTES 01.20, NSL next.
	Niamey DLH565	DLH565 Niamey	Roger, Niamey information, contact Niamey information on 8894, good bye. Good bye.
	RKA232 Niamey	Niamey RKA232	Ah, Niamey RKA 232, on peut avoir l'info du trafic qui nous gêne ? Oui, stand by.
	Niamey RKA134 Niamey	RKA134 Niamey RKA134	RKA 134, Niamey. 134 oui j'écoute. Oui j'ai RKA 232 Airbus 300, il fait Cotonou - Paris Charles de Gaulle, il passe actuellement la verticale de NY, euh, stand by.
	RKA134 Niamey	Niamey RKA134	Bien reçu. Euh...euh 134,134 DFFD-LFPG, il a passé GULIM 00.44 FL 330, GAO à 01 h 06 , MOKAT à 01 h 42.
	RKA232 RKA134 RKA232 RKA134 RKA232 Niamey RKA232 Niamey	Niamey RKA232 RKA134 RKA232 RKA134 RKA232 Niamey RKA232	Oui à quelle heure il estime In Salah, pour RKA 232 32, 3-2. Répétez ? A 2 h 32, 0-2-3-2. Bien reçu RKA 232. Vous, vous estimez In Salah à quelle heure ? On estime In Salah à 02 h 35. Donc ça ne passe pas vous maintenez 290, vous rappelez verticale.
	RKA232 RKA232 Niamey RKA232	Niamey Niamey RKA232 Niamey	On maintient 2-3-2. Niamey RKA 232, position. 232, Niamey Oui verticale NY à 52 niveau 290, on estime APERO à 01 h 14, AMTES ensuite.
	Niamey	RKA232	232, Niamey, vous rappelez APERO.
	RKA232 RKA134	RKA134 RKA232	RKA 134 de RKA 232, vous passez sur 3-9-1. Oui.
00.56	AFR437 Niamey AFR437	Niamey AFR437 Niamey	Position. Transmettez. Position GAO à 55, 0-0-5-5, niveau vol 330 et on estime TZE 01.24, 0-1-2-4.
	Niamey AFR437	AFR437 Niamey	Contactez Niamey Info sur 8894, au revoir. 8894, au revoir.
01.06	RKA134 Niamey	Niamey RKA134	Niamey RKA 134, position. 134, Niamey.

CCR NIAMEY
Transcription fréquence VHF 131,30 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 31 min

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS	
01.15	RKA134	Niamey	Position GAO 01 h 05, niveau 330, TZE estimée à 37, 3-7, MOKAT 42, 4-2	
	Niamey RKA134	RKA134 Niamey	Contactez Niamey Info sur 8894, au revoir. 8894, au revoir.	
	RKA232 Niamey RKA232	Niamey RKA232 Niamey	Niamey RKA 232, position. RKA 232, Niamey RKA 232 position, APERO à 14, niveau 290, estime AMTES 43, NSL ensuite.	
	Niamey RKA232	RKA232 Niamey	Bien reçu, vous contactez Niamey Info sur 8894, au revoir. Niamey Info sur 8894, au revoir Monsieur.	
01.18	GHA730 Niamey GHA730	Niamey GHA730 Niamey	Niamey, Niamey GHA 730, 1-3-1-3. GHA 730, go ahead. Ah ! bonjour, flight level 3-3-0, checked PINGO at 19 and estimating DEKAS 46. For information we are left of track to avoid build up, 15 to 20 miles.	
	Niamey GHA730 GHA730	GHA730 Niamey Niamey	Roger, request estimates GAO and MOKAT. Standby. OK, GHA 730, we estimate GAO 55, MOKAT at 3-0, but that could be probably ... (illisible), we do deviate to avoid a lot of Cb's.	
	Niamey GHA730 Niamey GHA730	GHA730 Niamey GHA730 Niamey	Roger, confirm DEKAS at 0-1-4-6 Charlie ? Charlie. And GAO 0-1-5-5. Charlie, 0-1-5-5 and I'll call later for ... (illisible), please.	
	Niamey GHA730 Niamey Niamey GHA730 Niamey GHA730	GHA730 Niamey GHA730 GHA730 Niamey GHA730 Niamey	OK and give me your estimate for MOKAT. We are estimating MOKAT at 0-2-3-0. OK confirm DC 10, 9G ANA ? GHA730, Niamey. Go ahead. Confirm your registration marks ?	
	01.20	GHA730	Niamey	Standby we are.... we have problems, I'll call you later, OK ?
		Niamey	GHA730	OK.
				Fin de la transcription

**POSITION DES AERONEFS EN CONTACT
AVEC LE CENTRE DE CONTROLE DE NIAMEY**

1- LE 4 SEPTEMBRE 1996 DE 21 H 49 A 24 H 00, SECTEUR OUEST SEUL INTERESSE

EA30 - RKA134 **NY-OG** FL 280 **BULSA** 22 H 14 **OG** 22 H 28
C130 - FAN 5UMBD **ALG NY** **AMTES** 21 H 25 **APERO** 22 H 30
FL 260 **NY** 23 H 10
MD 11 - KLM588 **DNMM/EHAM** FL350 PUIS 370 **SENR** 22 H 20 **NY** 22 H 38
APERO 23 H 00 **AMTES** 23 H 28
EA31 - AFR7203 **DIAP/LFPG** **GULIM** 22 H 27 FL330 **SENR** 22 H 29
NY 22 H 50 **APERO** 23 H 11 **AMTES** 23 H 39
EA31 - SAB516 **DNMM/EBBR** FL310 PUIS 290 **SENR** 22 H 41 **NY** 23 H 00
APERO 23 H 21 **AMTES** 23 H 51
EA31 - RKA132 **DIAP/LFPG** FL330 **GULIM** 22 H 52 **GAO** 23 H 19
MOKAT 23 H 55
B747 - BAW74 **DNMM/EGKK** FL350 PUIS 370 **SENR** 23 H 12 **NY** 23 H 30
APERO 23 H 50 **AMTES** 00 H 18

2- LE 5 SEPTEMBRE 1996 DE 00 H 00 A 04 H 00, SECTEUR OUEST SEUL INTERESSE

EA30 - DLH 565 **DGAA/EDDF** FL290 PUIS 330 **BATIA** 00 H 08 **NY** 00 H 28
APERO 00 H 50 **AMTES** 01 H 20
B747 400 - AFR437 **FAJS/LEPG** **GULIM** 00 H 33 FL350 PUIS 330
GAO 00 H 54 **MOKAT** 01 H 28
EA30 - RKA232 **DBBB/LFPG** FL290 **TATAT** 00 H 34 **NY** 00 H 52
APERO 01 H 13 **AMTES** 01 H 42
EA30 - RKA134 **DFFD/LFPG** FL330 **GULIM** 00 H 44 **GAO** 01 H 06
AMTES 01 H 41
DC10 - GHA730 **DGAA/EGLL** FL330 **PINGO** 01 H 19 **DEKAS** 01 H 46
GAO 02 H 05 **TZE** 02 H 35 **MOKAT** 02 H 40
L101 - DTA006 **FNLU/LPPT** FL 350 **BUNOL** 01 H 35 **OPULU** 02 H 00

CIV NIAMEY
Transcription fréquence HF 8894 kHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 01 h 25 min

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS	
01.25	Alger	AFR437	AFR 4-37, Alger, transmets, je reçois, transmets moi à Niamey.	
	Alger AFR437	AFR437 Alger	AFR 4-37, Alger. Alger, Alger, AFR 4-37 bonjour, MAYDAY, MAYDAY. AFR4-37 estimons TZE à, au niveau de vol 3-3-0 et nous aimerions procéder sur Alger avec atterrissage à Marseille ensuite, terminé.	
	Alger AFR4-37	AFR437 Alger	Confirmez, atterrissage à Alger ? Négatif, nous aimerions procéder direct sur Alger, ALR , puis ensuite avec clairance sur Marseille, où nous envisageons un atterrissage, nous sommes en MAYDAY, AFR4-37.	
	Alger AFR437	AFR437 Alger	Pourrais-je avoir le.. la panne s'il vous plaît ? Bon, alors nous avons rencontré une turbulence très sévère avec orages groupés, de nombreux blessés à bord.	
	Alger AFR437	AFR437 Alger	Bien reçu procédez par ... stand by, je vous rappelle, stand by. Roger, stand by, AFR4-37.	
	Niamey	Alger	Alger, Niamey.	
	Alger AFR437	AFR437 Alger	AFR4-37, procédez direct ALR. Pourrais-je avoir une estimée travers In-salah s'il vous plaît ? L'estimée travers In-salah 02 h 16, 0-2-1-6, AFR4-37.	
	Alger AFR437	AFR437 Alger	Nous procédons ALR. Bien reçu 4-37, il y a un trafic au niveau 330, DLH 565. Il estime verticale In-salah à 02 h 13, 0-2-1-3 au niveau 330, à vous.	
				Oui euh ... bien copié, bien copié, on va voir ça.
				Fin de la transcription

CIV ALGER
Transcription fréquence VHF 8894 kHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 01 h 24 min 50

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
01.24.50	CCR AFR437	AFR437 CCR	Air France quatre cent trente sept Alger Alger, Alger Air France [bonjour MAYDAY, MAYDAY], nous estimons TANGO ZOULOU ECHO à ..., nous estimons MOKAT à une heure vingt neuf, zéro unité deux neuf, stable au niveau de vol trois trois zéro et nous aimerions procéder sur Alger avec un atterrissage à Marseille ensuite, terminé.
	CCR AFR437	AFR437 CCR	Confirmez atterrissage à Alger ? Négatif après In Salah nous aimerions procéder direct sur Alger, ALPHA LIMA ROMEO puis ensuite on fait route sur Marseille pour atterrissage, nous sommes en mayday Air France quatre trente sept.
01.25.28	CCR	AFR437	Pourrai-je avoir le... la panne s'il vous plaît ?
01.25.31	AFR437	CCR	Alors nous avons rencontré une turbulence très sévère avec dommages structure et de nombreux blessés à bord.
01.25.38	CCR	AFR437	Bien reçu, procédez sur ... par ... stand by je vous rappelle, stand by.
	AFR437	CCR	Reste sur la fréquence Air France quatre cent trente sept.
01.26.01	CCR	AFR437	Air France quatre trente sept Alger procédez direct sur ALPHA LIMA ROMEO. Pourrai-je avoir une estimée au travers In Salah s'il vous plaît ?
	AFR437	CCR	Nous estimons travers In Salah deux heures seize, zéro deux unité six, Air France quatre trente sept et nous procédons Alpha Lima Roméo.
01.26.15	CCR	AFR437	Affirmatif, c'est d'accord, il y a un trafic au niveau trois cent trente à vous ?
01.26.30	AFR437	CCR	Oui bien copié, bien copié, on va l'attendre.
01.28.24	DHL565	CCR	Algiers Lufthansa five six five, go ahead (Lufthansa répond à un appel SELCAL).
	CCR	DHL565	Five six five are you able to climb to level three seven zero ?
	DHL565	CCR	... illisible ...
	CCR	DHL565	Confirm ?
	DHL565	CCR	Algiers Lufthansa ... not able to climb negative Lufthansa five six five.
01.28.30	CCR	DHL565	Roger, are you able to climb level three five zero ?
	DHL565	CCR	... Negative ... Lufthansa.

CIV ALGER
Transcription fréquence VHF 8894 kHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 01 h 24 min 50

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
01.31.00	CCR	DHL565	Negative due to Emergency, due to Emergency , the Air France four three seven, four three seven is proceeding MOKAT to ALPHA LIMA ROMEO due to emergency, he is maintening level three zero estimating abeam In Salah zero two one six, I suggest to you to leave three zero for level three five zero or three one zero over.
	DHL565 AFR437 CCR	CCR CCR AFR437	... Illisible ... Station calling Air France four three seven go ahead. Air France quatre cent trente sept ici Alger vous procédez directement sur GOLF HOTEL ALPHA, GOLF HOTEL ALPHA à vous ?
	AFR437	CCR	OK, we proceed direct GOLF HOTEL ALPHA Air France...
	Fin de la transcription		

CCR ALGER
Transcription fréquence VHF 127,30 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 03 h 15 min 35 s

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
03.15.35	AFR437	CCR	Alger, Alger d'Air France quatre cent trente se MAYDAY, bonjour.
	CCR AFR437	AFR437 CCR	Air France quatre trente sept, Alger, bonjour Messieurs. On vient de passer travers Bravo Sierra Alpha, niveau trois trois zéro, Air France quatre trente sept, en route direct sur Martigues et nous vous informons que nous nous poserons à Marseille.
	CCR AFR437	AFR437 CCR	Reçu, vous nous rappelez au passage de la Fir Alger / Marseille au niveau trois cent trente. Je rappelle au passage de la Fir, Air France quatre trente sept.
03.44.37	AFR437 AFR437	CCR ----	Alger, d'Air France quatre trente sept. Marseille d'Air France quatre trente sept.
	CCR AFR437	AFR437 CCR	Quatre trente sept, Alger. Oui Alger d'Air France quatre trente sept MAYDAY, on passe OtARO, et on passe avec Marseille.
	CCR	AFR437	Affirmatif, cent trente-trois quarante-deux, bon vol et au revoir.
03.44.43	AFR437	CCR	Cent trente-trois quarante-deux, au revoir.
			Fin de la transcription

MARSEILLE CONTROLE
Transcription fréquence VHF 133,425 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 03 h 45 min 35 s

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
03.45.35	AFR	MM	Marseille, d'Air France 437, MAYDAY, bonjour.
	MM	AFR	Air France 437, bonjour, maintenez 330, affichez 77-00.
	AFR	MM	On maintient 330, Air France 437.
03.46.02	MM	AFR	Air France 4-37, Marseille.
	AFR	MM	Oui, allez-y.
	MM	AFR	Alors, l'approche me demande quel sera votre fuel restant au moment de l'atterrissage et le nombre de pax, vous me donnez la réponse quand vous pourrez.
	AFR	MM	D'accord, on vous prépare ça. Euh, on aurait d'autres questions à vous poser au sujet des fiches de percée de Marseille qu'on ne trouve pas à bord, notamment fréquences, euh, de M-A-R, euh, M-R-S, et axes I-L-S et compagnie. Si vous pouvez nous passer ça par, euh, la fréquence, vous préparez ça, et ...vous ... on vous rappelle dans cinq minutes.
	MM	AFR	D'accord.
03.49.59	MM	AFR	Air France 437, Marseille.
	AFR	MM	Oui, Air France 437 euh, pour le fuel à l'atterrissage, euh, nous avons 23 tonnes, nombre de passagers 206, 18 membres d'équipage, hein.
	MM	AFR	Reçu. Est-ce que vous avez besoin d'une inspection extérieure ou pas ?
03.50.36	AF	MM	Oui, qu'est ce que vous voulez dire par ça ?
	MM	AFR	Euh, éventuellement, si vous souhaitez qu'un appareil vienne, euh, par par l'extérieur, on ... vous, est-ce que l'avion est suffisamment manœuvrant pour que vous n'ayez pas d'inquiétude ?
	AFR	MM	Non, euh les, les pompiers, après, nous, après notre atterrissage sur la piste, ça suffit, hein.
	MM	AFR	Oui d'accord, les pompiers vous attendent.
03.53.06	MM	AFR	
	AFR	MM	Air France 437, vous travaillez sur quelle fréquence, là ?
	MM	AFR	Alors, on est sur 33-42, hein, Air France 4-37.
	AFR	MM	Okay, vous passez 33-32. 30, 33-32, d'accord.
			Fin de la transcription

MARSEILLE CONTROLE
Transcription fréquence VHF 133,325 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 03 h 53 min 21

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
03.53.21	AFR	MM	Marseille, Air France 437, sur 33-32.
	MM	AFR	Cinq-cinq, maintenez cette fréquence.
	AFR	MM	D'accord, la descente dans neuf minutes ?
	MM	AFR	C'est possible, aucun problème, vers le niveau 90, à discrétion.
	AFR	MM	D'accord, Air France 437, vers niveau 90 à discrétion.
03.54.04	AFR	MM	Oui, Marseille, Air France 437, euh, est-ce que vous avez nos informations, euh, sur ces fréquences, là, que je vous ai demandées ?
	MM	AFR	Oui, alors, Mike Tango Golf 117 point 3.
	AFR	MM	Reçu.
	MM	AFR	Mike Alpha Roméo 383.
	AFR	MM	Oui, reçu.
	MM	AFR	Et l'ILS 14, unité, unité zéro décimale trois.
	AFR	MM	110-3.
03.54.42	MM	AFR	437, vous avez besoin d'un autre renseignement ?
	AFR	MM	Oui, la dernière météo de Marignane ou la, la piste qui marche.
	MM	AFR	La météo, le vent 140 degrés, 4 nœuds, CAVOK, les tempé 14 sur 12, pression unité zéro, unité trois, et NOSIG.
	AFR	MM	C'est bien reçu, 1013, merci bien monsieur.
03.56.10	MM	AFR	Air France 437 ?
	AFR	MM	J'écoute.
	MM	AFR	Oui, on a isolé la fréquence sur laquelle vous êtes, si vous avez besoin d'autre chose, je suis, euh, à votre écoute.
	AFR	MM	Okay, je vous remercie, 4-37, pour l'instant ça, ça a l'air de bien se passer, à part nos passagers, ça a l'air de bien se passer.
04.02.44	MM	AFR	Air France 437, Marseille ?
	AFR	MM	Oui, je vous écoute.
	MM	AFR	Oui, on doit rendre compte d'un message d'avis d'un incident, alors on a besoin de quelques éléments, là, euh, vous êtes, euh, prêts ?
	AFR	MM	Oui, d'abord, on a débuté la descente, oui, allez-y, euh.
	MM	AFR	Vous voulez débiter la descente ?
	AFR	MM	Oui, on débute la descente, heureusement, oui.
	MM	AFR	

MARSEILLE CONTROLE
Transcription fréquence VHF 133,325 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 03 h 53 min 21

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
04.07.36	MM	AFR	Bon. Il nous faut le lieu de l'accident, le type et l'immatriculation de, de l'aéronef.
	AFR	MM	Alors, Boeing 747 400, immatriculation Fox-Trot Golf India Tango Fox-Trot, et nous avons deux blessés graves à bord, cause turbulences, qui se sont passées verticale Ouagadougou.
	MM	AFR	Ouagadougou, d'accord.
	MM	AFR	Air France 437, contactez l'approche de Marignane 120 décimale 2, et bon courage.
	AFR	MM	120-2, merci.
			Fin de la transcription

MARSEILLE APPROCHE
Transcription fréquence VHF 120,20 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 04 h 07 min 55 s

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
04.07.55	AFR CTL	CTL AFR	Marignane APP, AFR 437 MAYDAY, bonjour. AFR 437 bonjour. Contact et radar. Descendez vers le FL 90, en route vers Martigues. Vous pouvez me confirmer l'ennui technique que vous avez ?
04.08.12	AFR CTL	CTL AFR	Disons que pour l'instant tout se passe bien, mais on a des doutes sur l'intégrité de l'avion sur l'arrière, c'est tout, on a subi des fortes turbulences. Oui, je suis au courant, merci. La procédure MTG vous convient, ou vous voulez un guidage radar pour la finale, car c'est une procédure assez serrée.
04.08.40	AFR CTL	CTL AFR	Oui, si on peut avoir un virage un peu moins serré, ça peut faciliter la procédure, un guidage radar. D'accord. Vous mettez le cap sur MTG toujours, et ensuite vous prévoyez un radial 320.
04.08.58	AFR	CTL	D'accord, 320 après MTG, AFR 437.
04.15.20	CTL AFR	AFR CTL	AFR 437, poursuivez la descente vers 3 500 ft, QNH 1013. On continue à descendre vers 3 500 ft, QNH 1013, AFR 437.
04.20.05	CTL AFR CTL AFR	AFR CTL AFR CTL	AFR 437, Provence. Oui, allez, 437. Prévoyez un radial 320 après MTG, et une interception de l'ILS pour 12 NM de ML. Oui, c'est parfait, AFR 437. Le 320 donc après MTG.
04.20.30	CTL AFR	AFR CTL	Pour info, le début de descente si vous n'avez pas les cartes, ça sera une procédure comme en provenance du nord, à 11 NM de ML. OK merci, mais ça y est. On a retrouvé le jeu de cartes, c'est dans le bazar là.
04.20.45	CTL	AFR	D'accord, pas de problème.
04.24.00	CTL AFR	AFR CTL	AFR 437, vous arrivez à MTG. Maintenez 3 500 ft sur le radial 320°. D'accord, 3 500 ft sur le 320 de MTG, AFR 437.

MARSEILLE APPROCHE
Transcription fréquence VHF 120,20 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 04 h 07 min 55 s

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
04.26.55	AFR	CTL	On arrive à 11 NM, AFR 437.
	CTL	AFR	Reçu, 437. Je vous rappelle dans 2 NM pour le virage.
	AFR	CTL	OK.
	CTL	AFR	A l'interception à 11 NM de ML, donc de la finale.
04.27.20	AFR	CTL	OK, très bien.
04.27.30	CTL	AFR	AFR 437, virez à droite au cap 050.
	AFR	CTL	A droite sur le 050, AFR 437.
04.28.55	AFR	CTL	AFR 437, on est sur le glide.
04.29.00	CTL	AFR	AFR 437, poursuivez le virage à droite au cap 100, jusqu'à intercepter l'ILS que vous suivrez.
	AFR	CTL	Reçu, AFR 437, à droite intercepte ILS.
04.29.15	CTL	AFR	AFR 437, vous rappelez en vue du terrain.
04.29.20	AFR	CTL	Oui d'accord. Ben, on est en vue de la piste, AFR 437. Train sorti verrouillé.
04.29.28	CTL	AFR	Reçu.
04.31.45	CTL	AFR	AFR 437, autorisé atterrissage 14L, le vent 140° 4 kt.
	AFR	CTL	On atterrit en 14L, AFR 437.
04.34.18	CTL	AFR	AFR 437, un Flyco va venir et vous guider vers le parking.
	AFR	CTL	Ben merci, AFR 437.
04.34.35	CTL	AFR	437, pas de problème particulier à signaler ?
	AFR	CTL	Non, ça a l'air d'aller. On va voir ça.
	CTL	AFR	Contactez le sol, 121.9. Au revoir.
	AFR	CTL	121.9. Merci.
			Fin de la transcription

MARSEILLE SOL
Transcription fréquence VHF 121,90 MHz
Date : 5 septembre 1996 - Début : 04 h 34 min 55 s

HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
04.34.55	AFR	CTL	AFR 437, bonjour, on dégage la 14L.
	CTL	AFR	Bonjour 437. Un Flyco arrive pour vous guider en parking B 23.
	AFR	CTL	D'accord AFR 437, un Flyco pour B 23.
	CTL	FLYCO	Flyco2, la Tour, tu te positionnes devant le 747 pour l'emmener en B 23.
04.35.25	FLYCO	CTL	Affirmatif, j'arrive.
04.35.38	SSIS	CTL	Provence Tour, de sécurité 8.
	CTL	SSIS	Sécurité 8, la Tour, j'écoute.
	SSIS	CTL	Demande autorisation de croiser la piste bretelle 4 pour suivre l'appareil.
04.35.54	CTL	SSIS	Sécurité 8, croisez la piste. Rappelez piste dégagée.
04.36.06	SSIS	CTL	La Tour de Sécurité 8, piste principale dégagée.
	CTL	SSIS	Sécurité 8, reçu. Merci.
04.36.40	SSIS	CTL	Provence Tour, Chef de garde.
	CTL	SSIS	Provence Tour, j'écoute.
04.38.00	SSIS	CTL	Je confirme. Appareil posé, aucune anomalie sérieuses détectée à l'extérieur de l'appareil concernant son intégrité, nous suivons le convoi jusqu'à son isolement au parking. Pouvez-vous m'informer sur le parking désigné ?
04.39.45	CTL	SSIS	Le parking sera B 23.
	SSIS	CTL	Provence Tour de chef de garde, B 23 bien reçu.
	CTL	FLYCO	Flyco, la Tour, je vais te demander d'aller faire une inspection de piste.
	FLYCO	CTL	Bien reçu, le convoyage est terminé.
04.40.14	CTL	FLYCO	Tu te rends au seuil 14 pour une inspection de piste, s'il te plaît.
	AFR	CTL	OK, on est au parking, pour AFR 437. Merci pour la coopération. On attend. A bientôt.
	CTL	AFR	A bientôt 437.
			Fin de la transcription

CCR AIX-EN-PROVENCE
Transcription téléphonique
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 52 min 13 s

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
01.52.13	Aix	AF	Allo !
	AF	Aix	Oui ! Euh, bonjour, le Centre de Contrôle Régional d'Aix ?
	Aix	AF	Oui, c'est ça.
	AF	Aix	Oui, ... , chef d'escale de permanence Air France à Charles de Gaulle 2.
	Aix	AF	Oui
	AF	Aix	J'aurais voulu savoir si vous avez des nouvelles de la 437, Air France 437.
	Aix	AF	Qui viendrait d'où ?
	AF	Aix	Qui vient de Johannesburg et qui fait route sur Paris.
	Aix	AF	Oui.
	AF	Aix	Et, euh, il a appelé, euh, il y a quoi, 10 minutes disant qu'il avait eu des turbulences sévères.
	Aix	AF	Oui.
	AF	Aix	Et qu'il envisageait de se poser à Marseille.
	Aix	AF	Air France 437 ?
	AF	Aix	Oui.
	Aix	AF	Je vais voir.
	AF	Aix	Merci.

CCR AIX-EN-PROVENCE
Transcription téléphonique
Date : 5 septembre 1996 - Début : 00 h 52 min 13 s

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS	
01.59.16	Aix	AF	Allo ! Allo !	
	AF	Aix	Oui, euh, ... , Chef d'escale de permanence Air France. Excusez-moi mais on a été coupé.	
	Aix	AF	Oui, alors c'est confirmé, votre avion il se dérouté bien à Marseille.	
	AF	Aix	C'est bien ça parce que en même temps je l'avais au téléphone et il m'appelait là et, euh, il me confirmait qu'il allait se poser à Marseille, hein.	
	Aix	AF	Voilà, bon, hein, écoutez, euh, Alger n'a pas encore fixé l'estimée mais comptez ... (Il est dans le sud algérien ?) Oui, alors comptez une grosse heure et demie.	
	AF	Aix	Dans une heure et demie ?	
	Aix	AF	Oui, pas avant.	
	AF	Aix	Bon, d'accord, vous le suivez vous de toute façon là.	
	Aix	AF	Ah ? Pour le moment c'est Alger qui le suit.	
	AF	Aix	C'est Alger, hein, il est un peu loin.	
	Aix	AF	Oui, il est du côté de In Amenas, par là.	
	AF	Aix	D'accord, entendu s'il y avait quoi que ce soit, je vous laisse mon numéro de téléphone.	
	Aix	AF	Oui.	
	AF	Aix	Donc à Paris le 48 64 21 06.	
	Aix	AF	48 64 21 06	
	AF	Aix	Alors donc le 16 et le 1. Voilà, merci beaucoup hein.	
	Aix	AF	Merci. Au revoir.	
	AF	Aix	Au revoir.	
				Fin de la transcription

CCR AIX-EN-PROVENCE
Transcription téléphonique
Date : 5 septembre 1996 - Début : 01 h 53 min 19 s

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
01.53.19	Aix	Alger	Alger ?
	Alger	Aix	Une seconde !
	Aix	Alger	Oui, est-ce que tu connais l'Air France 437 ?
	Alger	Aix	Air France 437 ?
	Aix	Alger	Oui, de Johannesburg ?
	Alger	Aix	Attends, tu veux des nouvelles ?
	Aix	Alger	Oui, est-ce que tu, euh, ou
	Alger	Aix	Air France 437, attends ... (Khaled, Khaled, tu as quelque chose d'un Air France 437 qui vient de Johannesburg, où est-ce qu'il est ? ... Il est en contact avec les opérations Air France. Il se dérouté sur Mar..., il va se dérouté sur Marseille. Quelle est sa, quelle est sa position actuelle ? ... Oh, d'accord.) Oui, normalement il doit se dérouté, je crois, sur Marseille, il est en contact avec les OPS Air France, actuellement.
	Aix	Alger	Oui.
	Alger	Aix	Il est en plein Sahara, il est en plein Sud algérien, là, hein !
	Aix	Alger	D'accord, je te, je te remercie.
	Alger	Aix	Salut.

Fin de la transcription

CCR AIX-EN-PROVENCE**Transcription téléphonique****Date : 5 septembre 1996 - Début : 02 h 51 min 01 s**

HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
02.51.02	Aix	Alger	Oui, Alger !
	Alger	Aix	Dis moi, j'ai l'Air France 437.
	Aix	Alger	Ah oui, on m'en a parlé de celui-là, il se dérouté à Marseille, c'est ça ?
	Alger	Aix	Ben, il se dérouté et il va faire direct Mirabeau, hein, il est en urgence.
	Aix	Alger	Oui, d'accord.
	Alger	Aix	Il veut pratiquement direct Marseille.
	Aix	Alger	Okay, direct Marseille, tu peux lui donner, et travers KAMER à quelle heure, alors ?
02.51.19	Alger	Aix	Ben, je te rappelle pour ça.
	Aix	Alger	Tu me rappelles, d'accord.
03.02.31	Aix	Alger	Oui ?
	Alger	Aix	Oui, alors, j'en ai encore deux clients la !
	Aix	Alger	Oui ?
	Alger	Aix	Deux, l'Air Afrique 9934
	Aix	Alger	Attends, je l'ai pas.
	Alger	Aix	Attends, c'est pas lui, attends, c'est pas celui-là, c'est le Springbok 232.
	Aix	Alger	Alors, Springbok 232, oui, vas-y.
	Alger	Aix	A 33, et 390.
	Aix	Alger	33, 39, oui.
	Alger	Aix	Et le Cameroun Air Uniform Yankee Charlie 0.74.
	Aix	Alger	Oui, à quelle heure ?
	Alger	Aix	A 40 et 3.50.
	Aix	Alger	Et le, l'Air France, lui, il est plus loin ?
	Alger	Aix	L'Air France on discutait là ?
	Aix	Alger	Oui.
	Alger	Aix	Eh ben, je te rappellerai pour celui-là.
	Aix	Alger	D'accord.
	Alger	Aix	Il est, il est encore un peu loin.
	Aix	Alger	40 et 3.50 pour le CAMAIR ?
	Alger	Aix	C'est ça !
Aix	Alger	Okay, merci.	
Alger	Aix	Ciao	

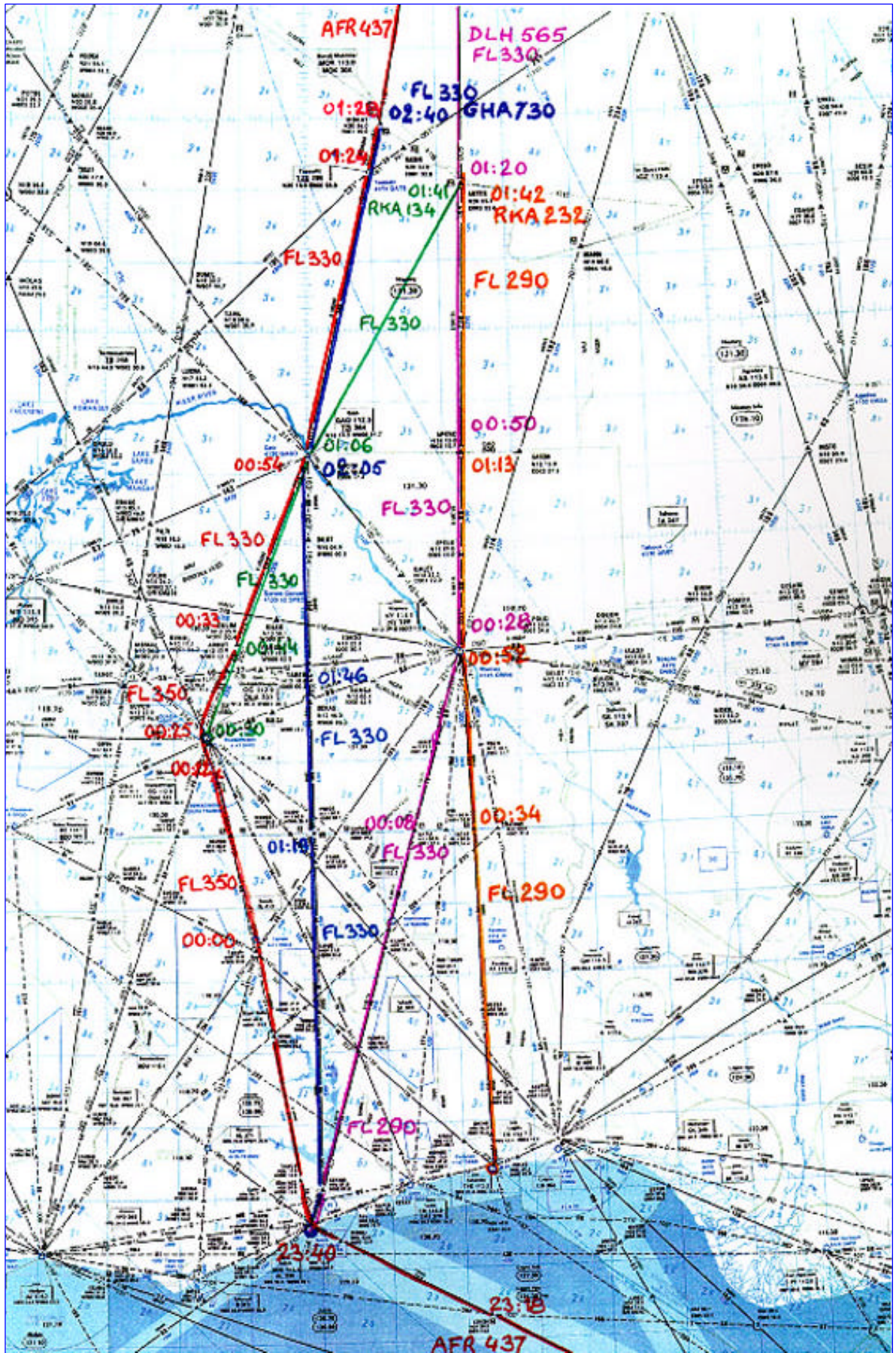
CCR AIX-EN-PROVENCE**Transcription téléphonique****Date : 5 septembre 1996 - Début : 02 h 51 min 01 s**

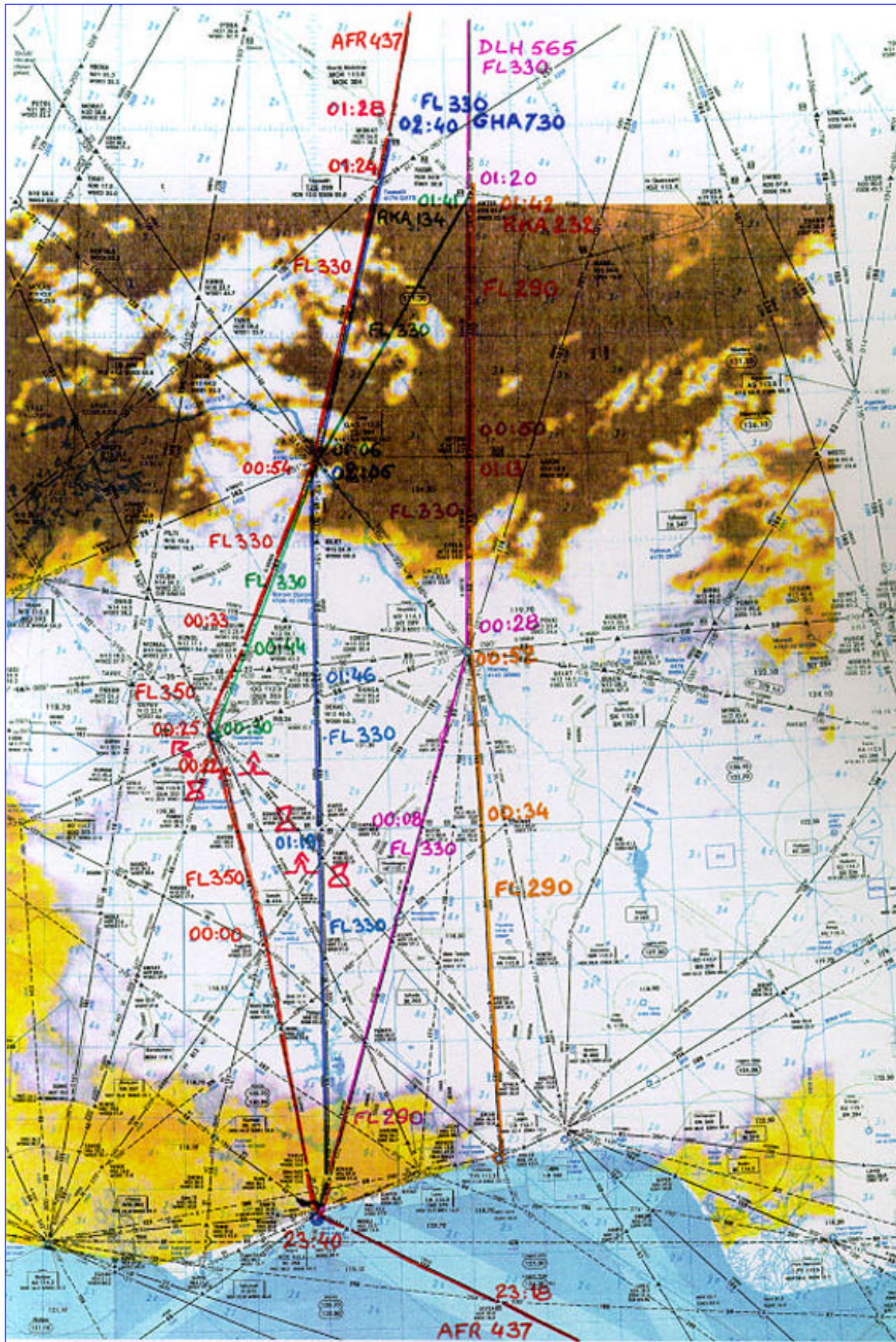
HEURE	DE	A	COMMUNICATIONS
03.17.17	Aix	Alger	Alger ?
	Alger	Aix	Oui, c'est l'Air France 437..
	Aix	Alger	Oui.
	Alger	Aix	.. MAYDAY ?
	Aix	Alger	Oui.
	Alger	Aix	Alors, y va à Marseille, il dérouté à Marseille, et il prend une route entre DOLIS et KAMER, direct sur Martigues. Oui, vers quelle heure, le travers ?
	Aix	Alger	Trois heures quarante-cinq.
	Alger	Aix	Oui.
	Aix	Alger	Oui.
	Alger	Aix	Euh, il y a des blessés à bord, c'est ça ?
	Aix	Alger	C'est ça, oui.
	Alger	Aix	D'accord, il se dérouté à, à Marseille, Okay.
	Aix	Alger	
	Alger	Aix	A Marseille. Dis-moi, l'Aéroflot, tu l'as en contact ?
	Aix	Alger	L'Aéroflot, oui.
	Alger	Aix	Tu veux le monter à 350, s'il te plaît.
	Aix	Alger	A 350, on lui refait ça, oui.
	Alger	Aix	Okay .
	Aix	Alger	D'accord.
	03.17.35	Alger	Aix

Fin de la transcription

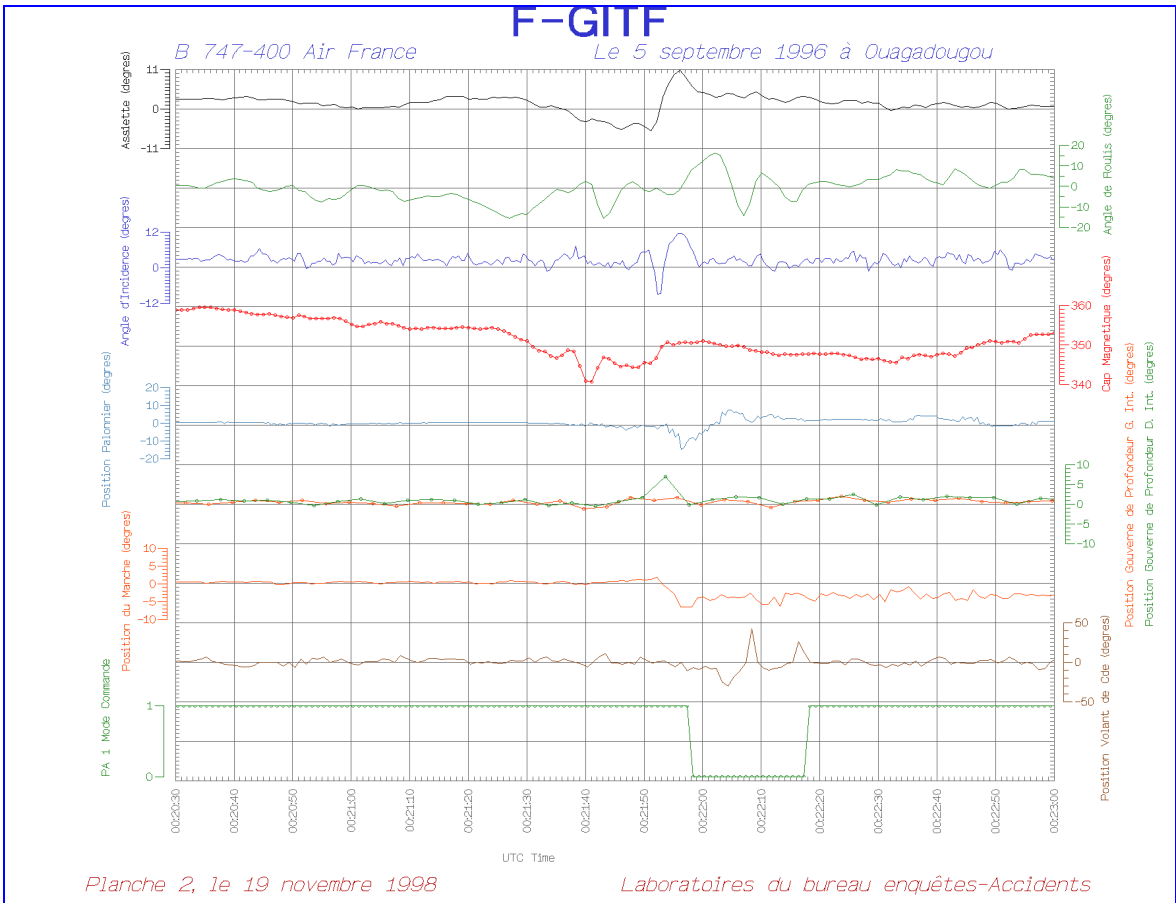
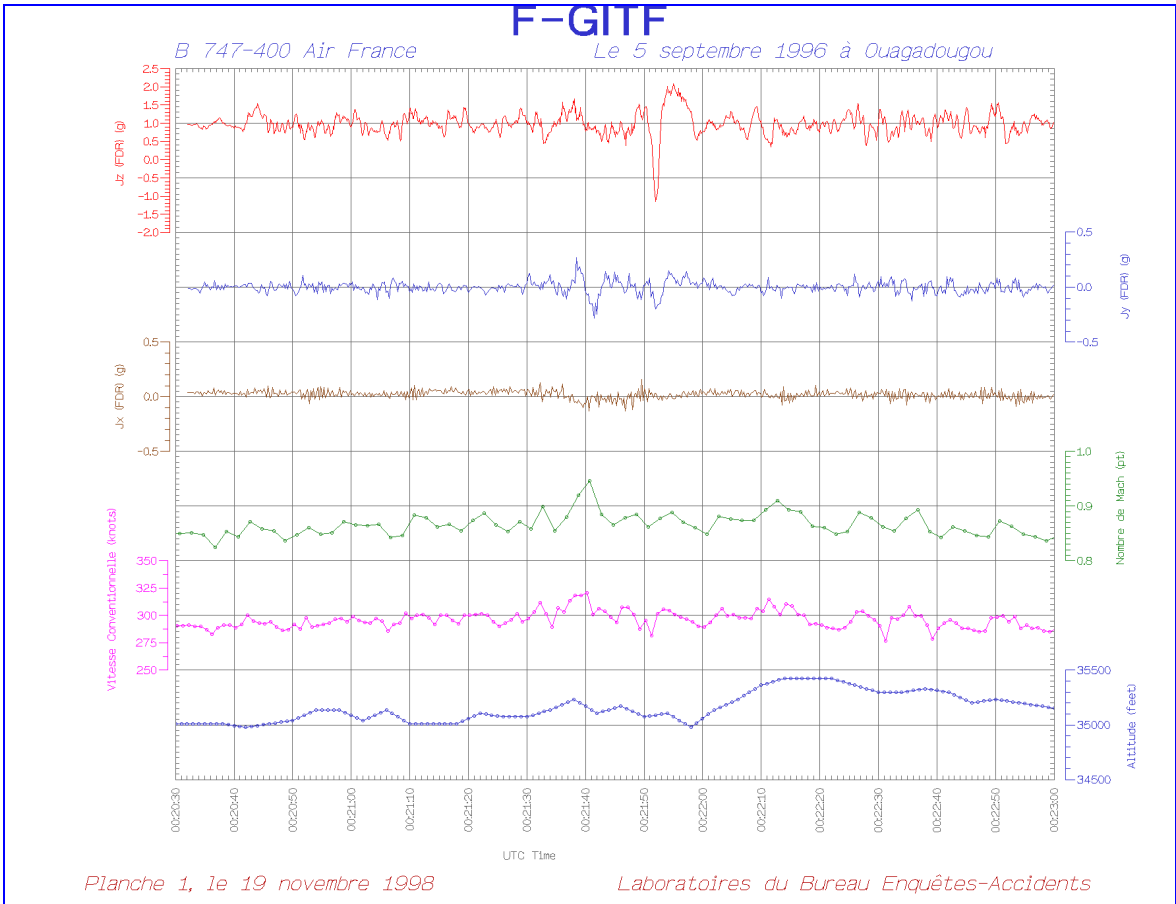
MARSEILLE CONTROLE
Transcription ligne téléphonique ACC Alger / ACC Marseille
Date : 5 septembre 1996 - Début : 03 h 16 min 35 s

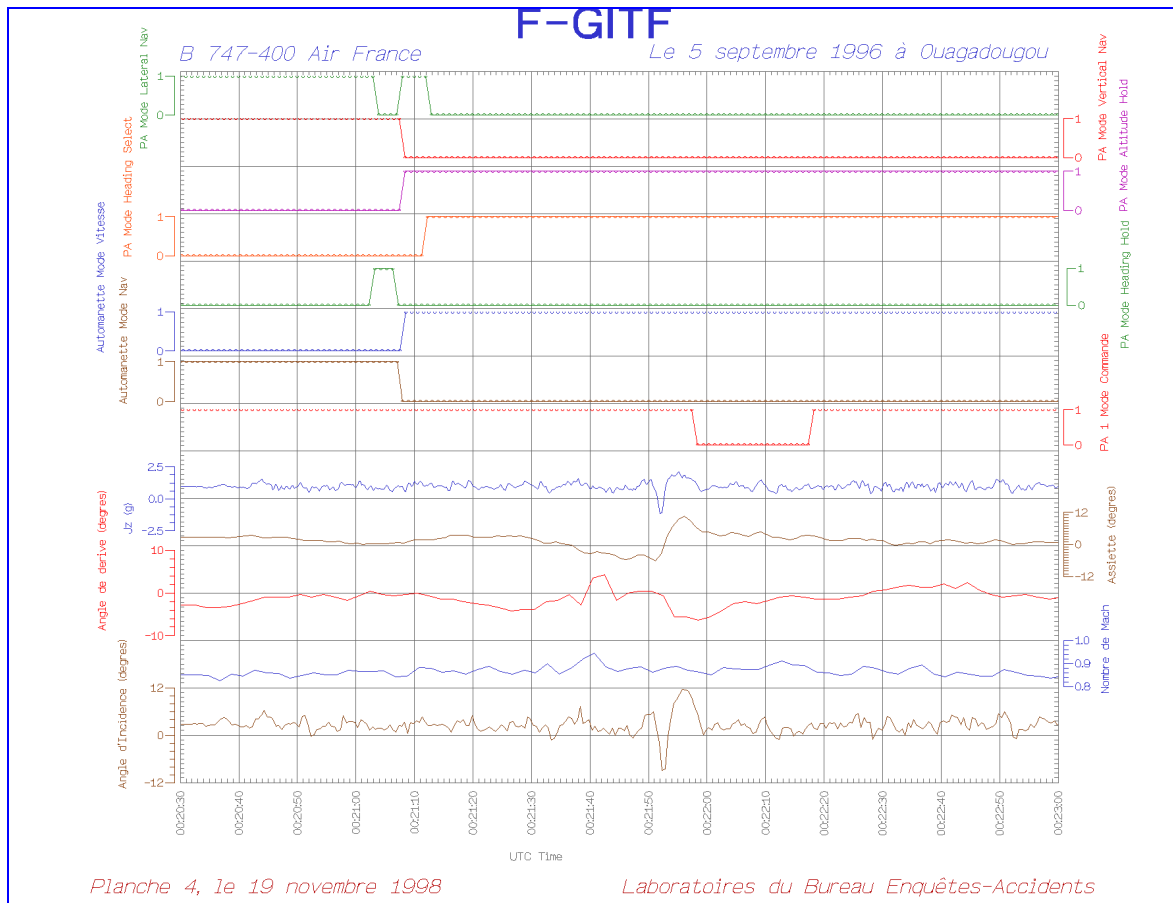
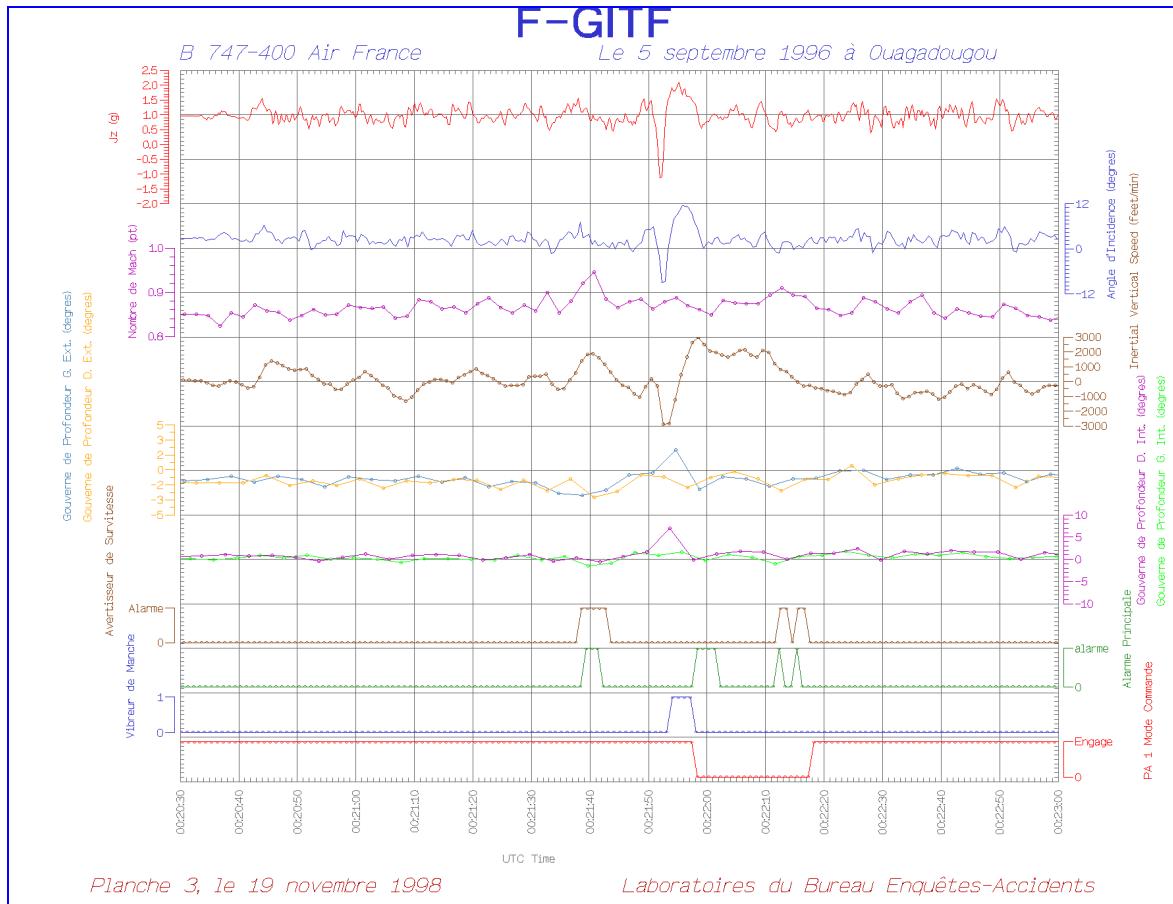
HEURES	DE	A	COMMUNICATIONS
03.16.35	LFML	CCR	Oui Alger ?
	CCR	LFML	Oui j'ai l'Air France quatre cent trente sept mayaday ; alors il va à Marseille, il dérouté à Marseille et il fera une route entre Dolis et Kamer, direct sur Martigues.
	LFML	CCR	Oui vers quelle heure il sera à la Fir ?
	CCR	LFML	Vers trois heures quarante cinq.
	LFML	CCR	Oui ?
	CCR	LFML	Niveau trois cent trente.
	LFML	CCR	Trois cent trente ?
	CCR	LFML	Oui.
	LFML	CCR	IL a des blessés à bord, c'est ça ?
	CCR	LFML	C'est ça oui.
LFML	CCR	D'accord il se dérouté à Marseille OK.	
03.17.07			Fin de la transcription

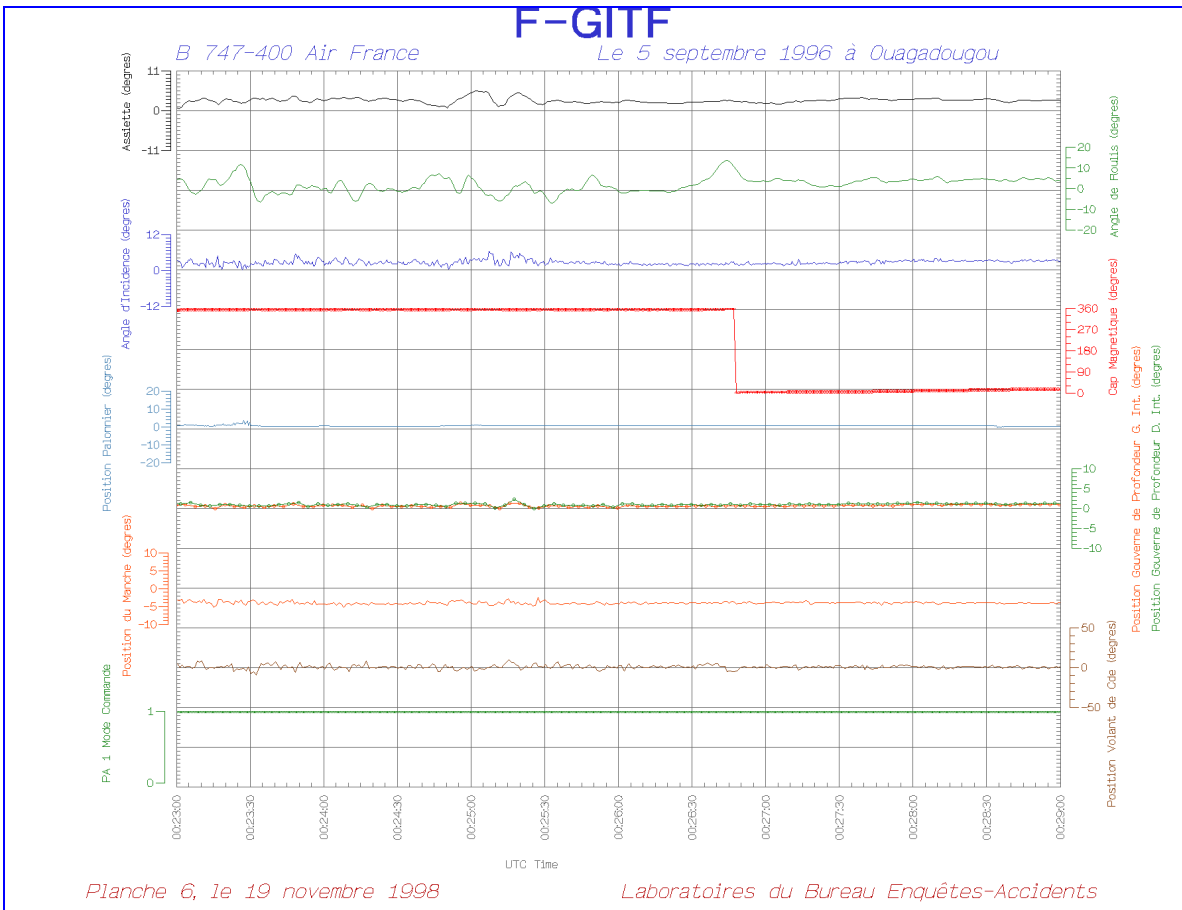
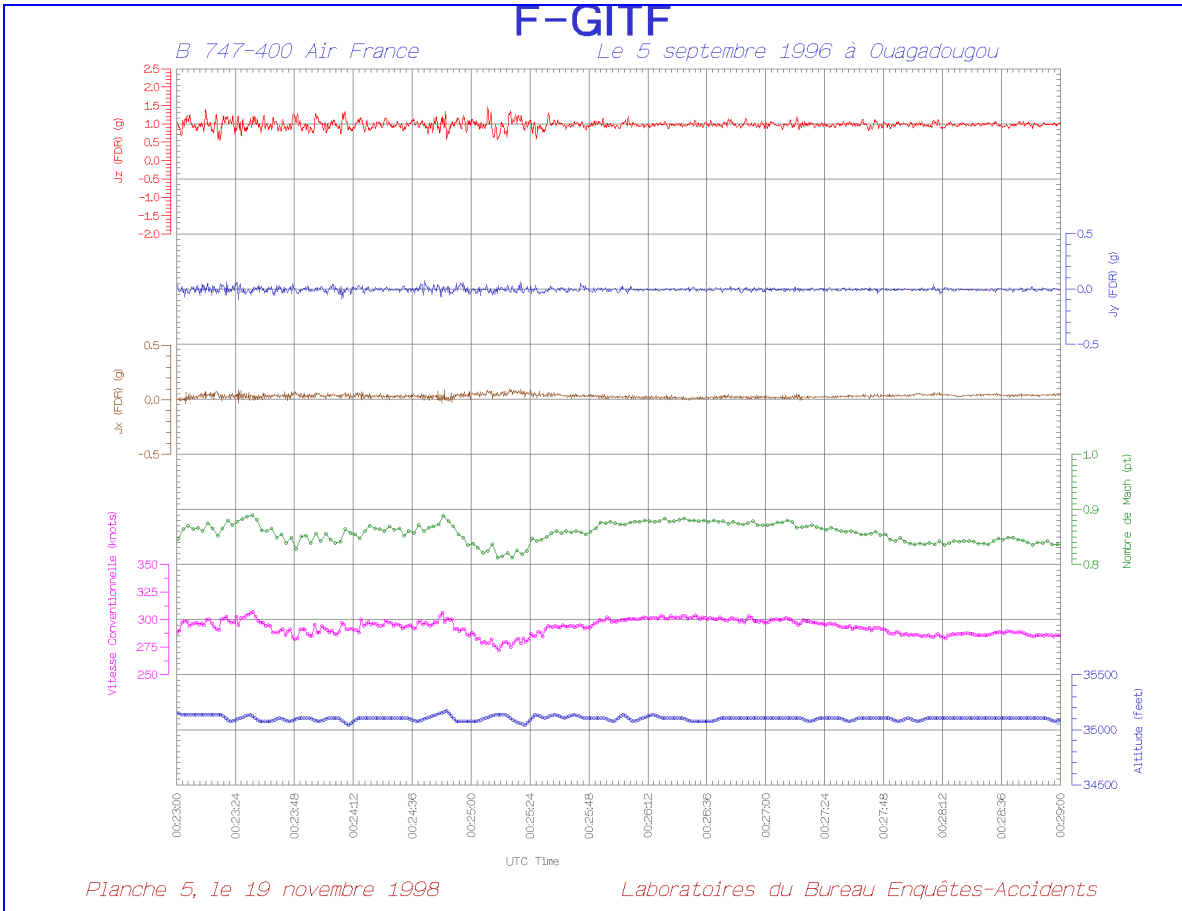




Routes comparées et superposition de l'image satellitale positionnée à minuit

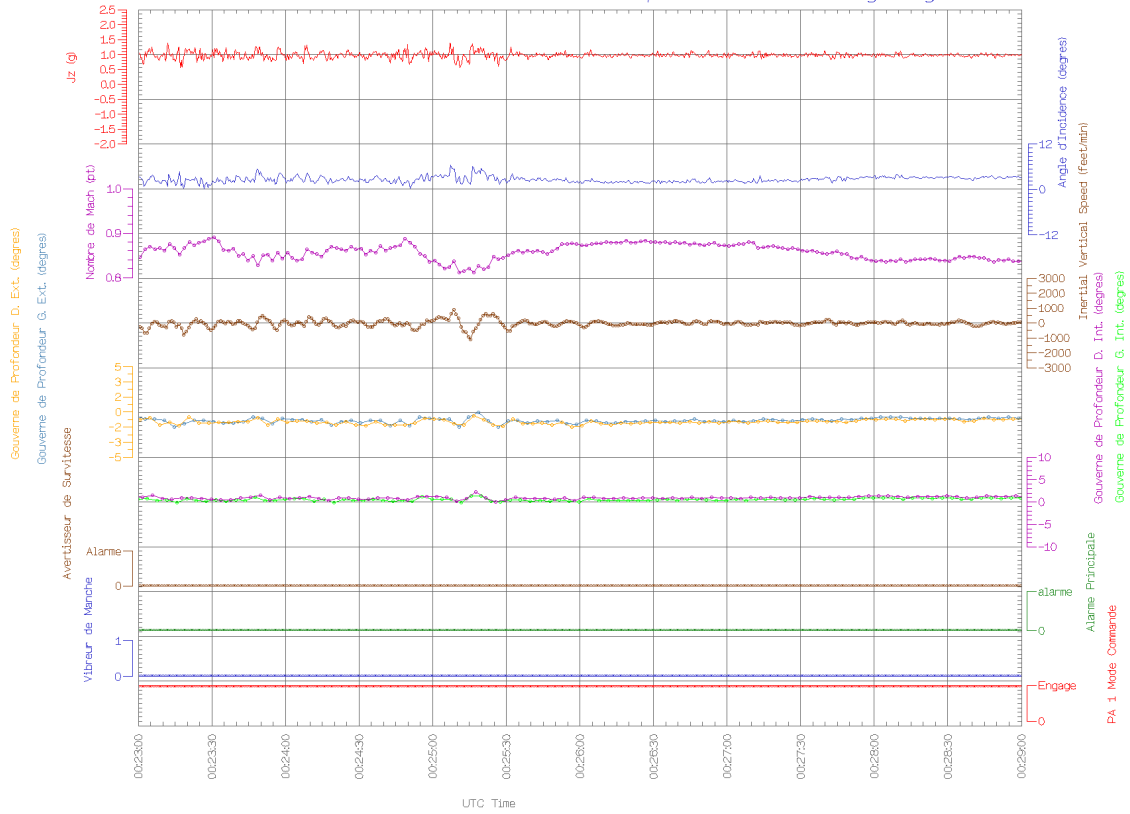






F-GITF

B 747-400 Air France Le 5 septembre 1996 à Ouagadougou

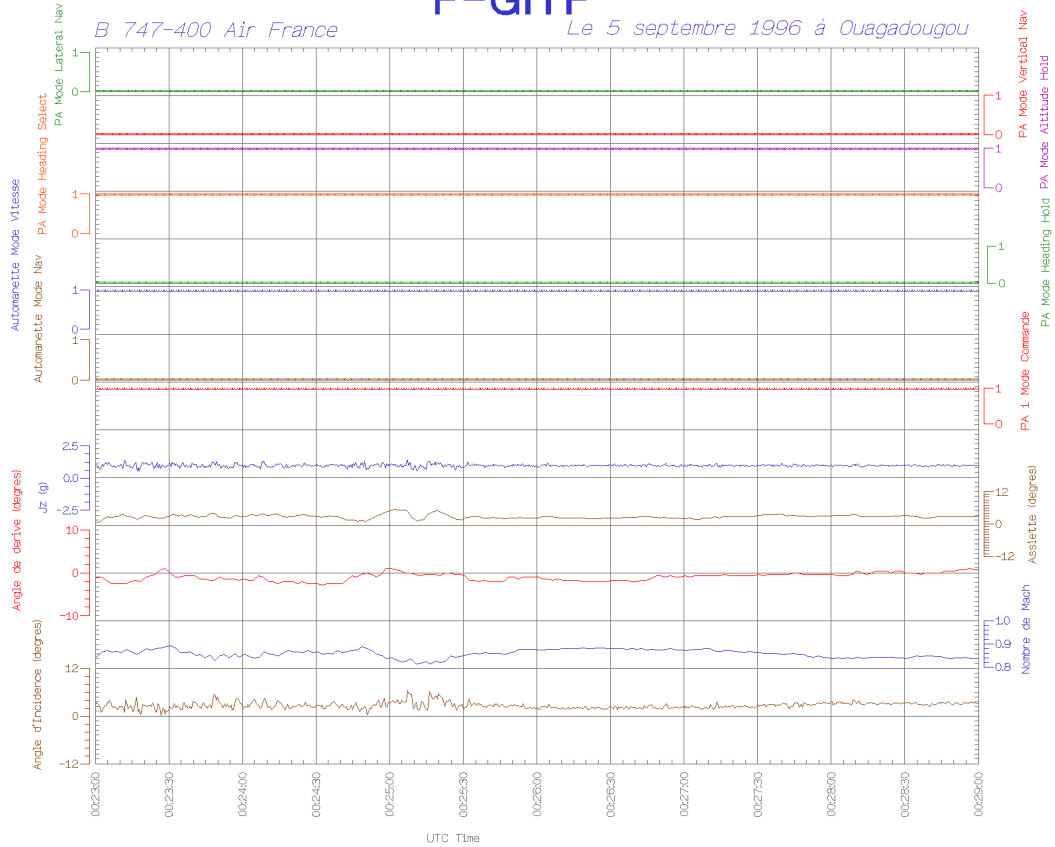


Pianche 7, le 19 novembre 1998

Laboratoires du Bureau Enquêtes-Accidents

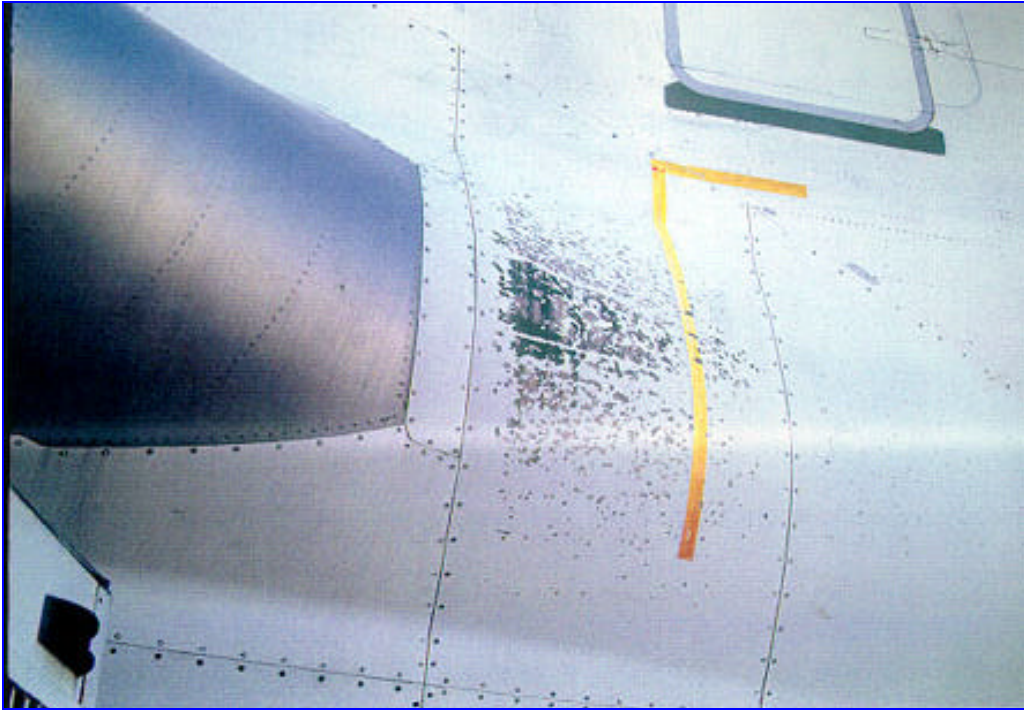
F-GITF

B 747-400 Air France Le 5 septembre 1996 à Ouagadougou

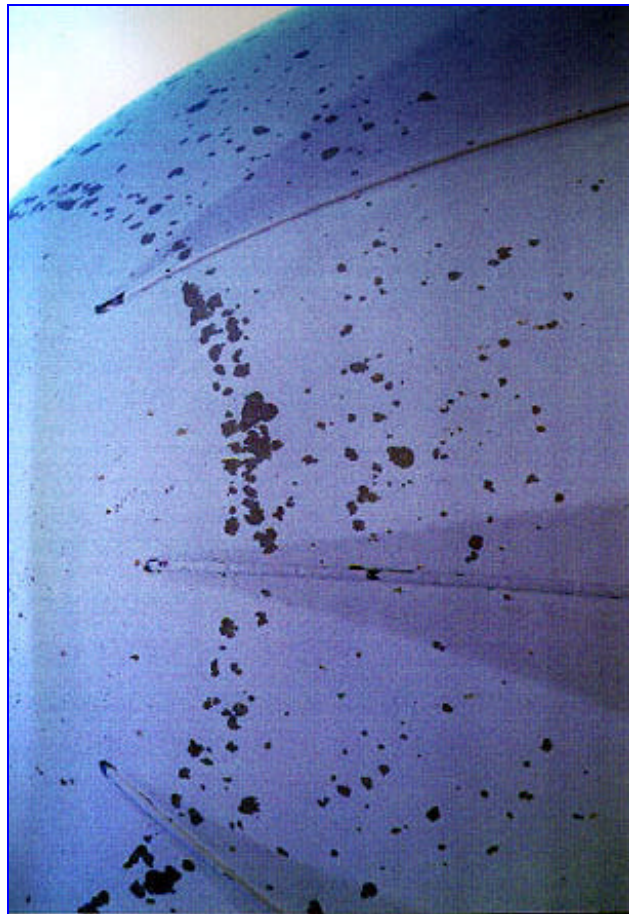


Pianche 8, le 19 novembre 1998

Laboratoires du Bureau Enquêtes-Accidents

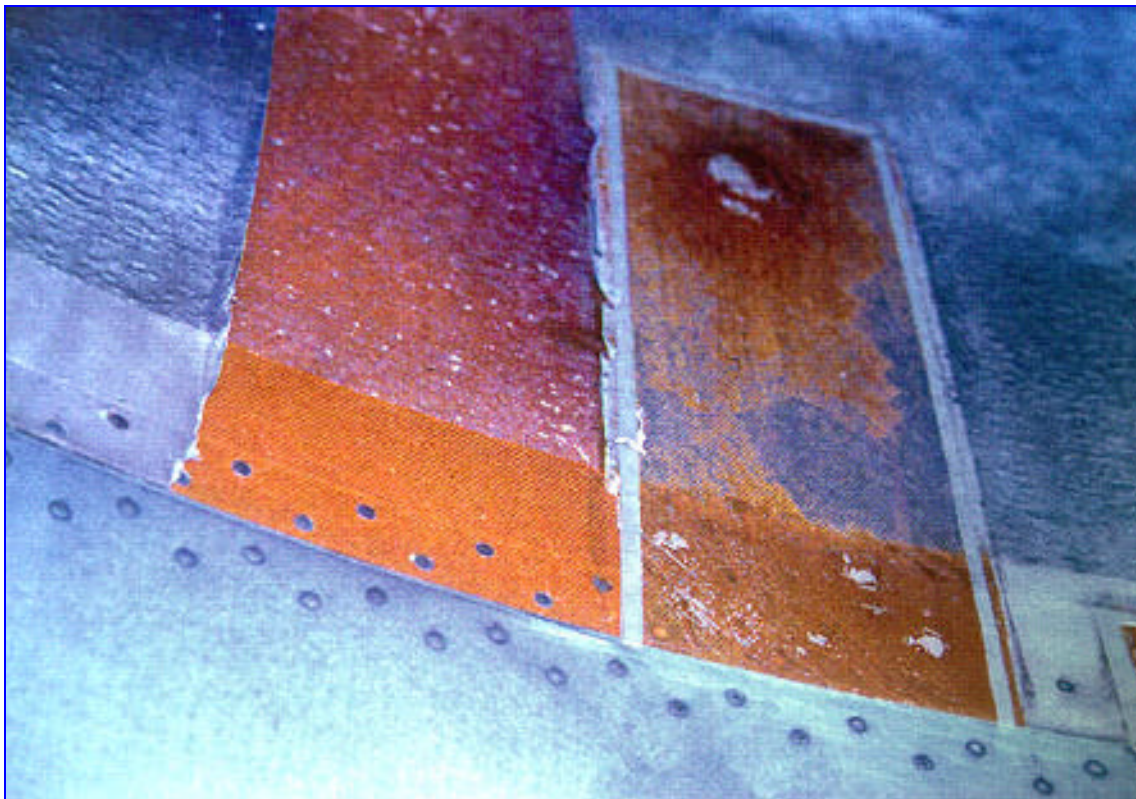
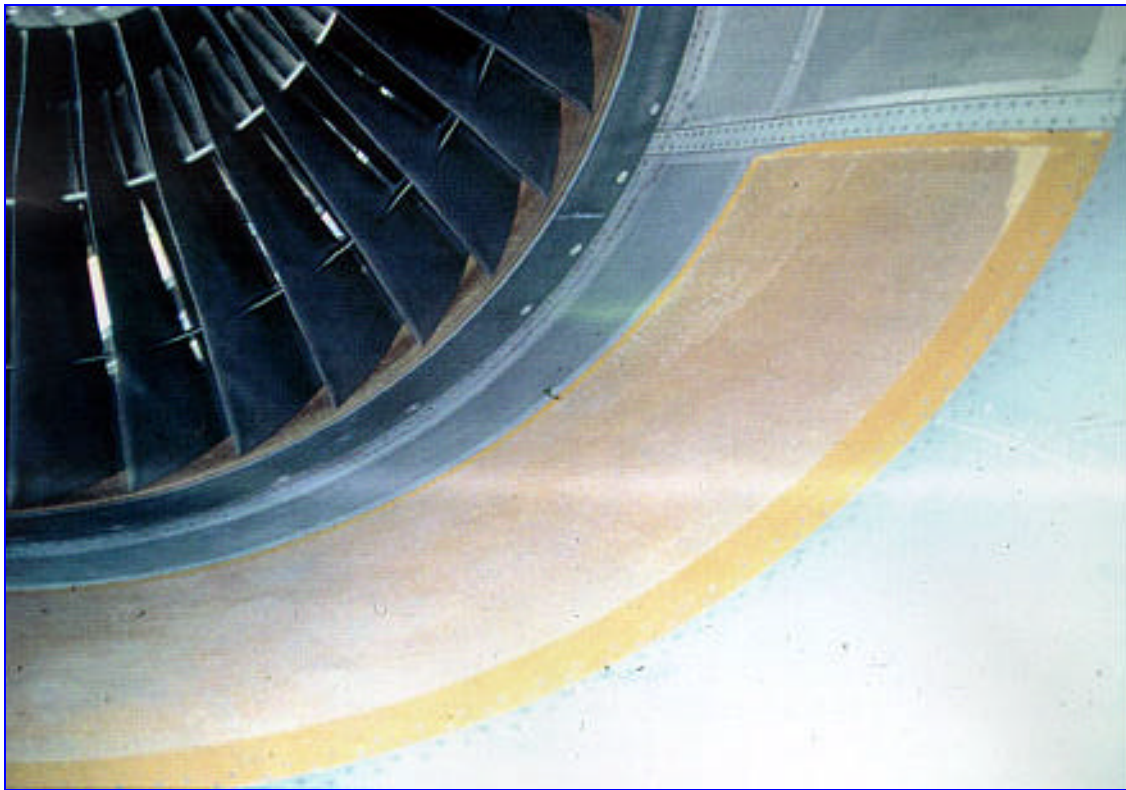


Karman

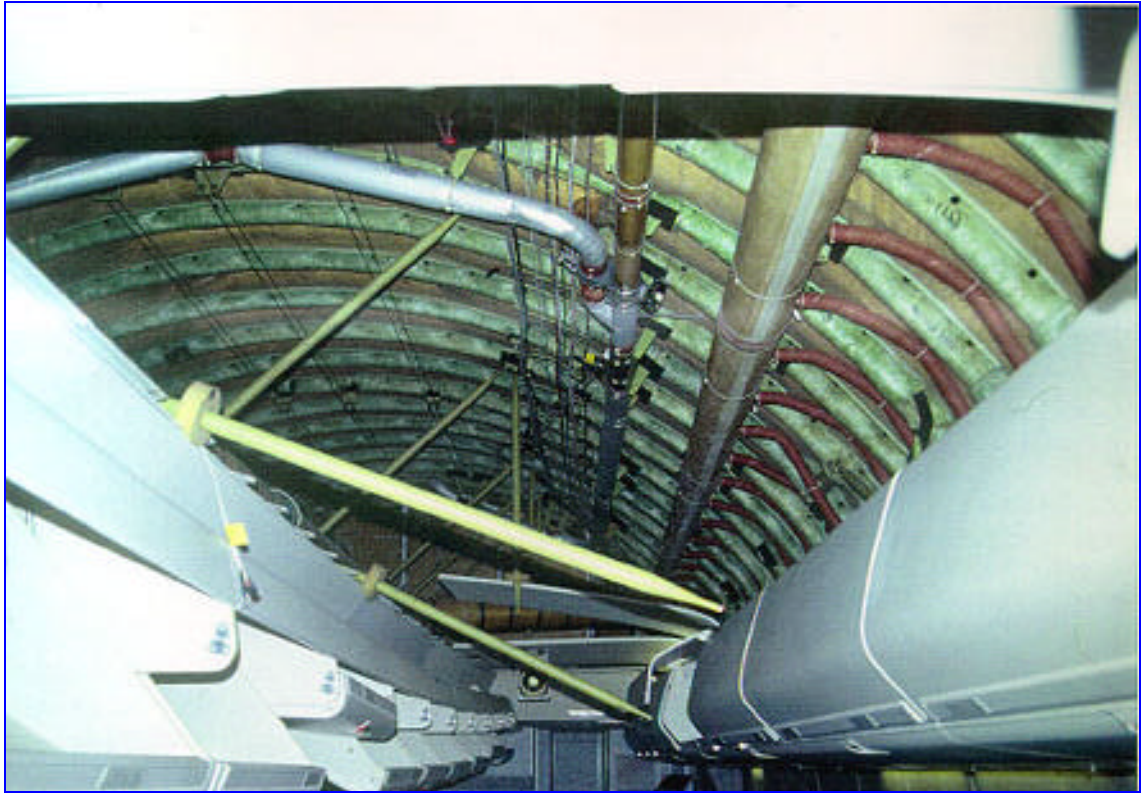


Radôme

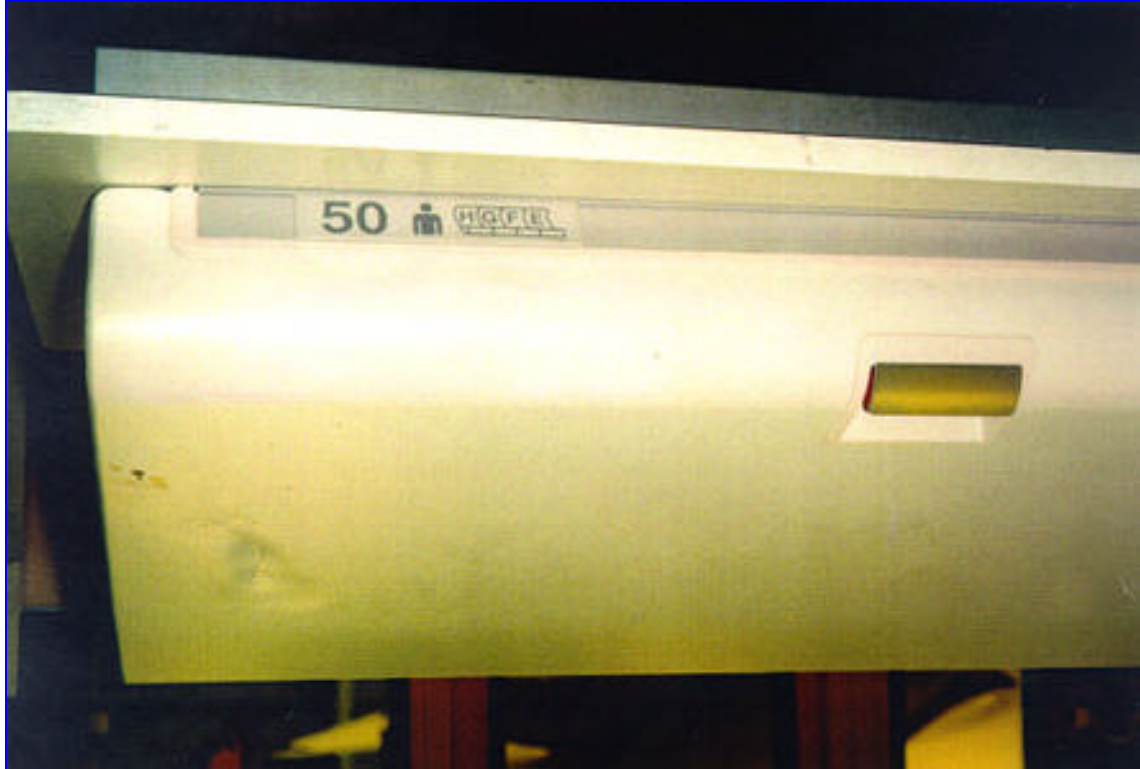
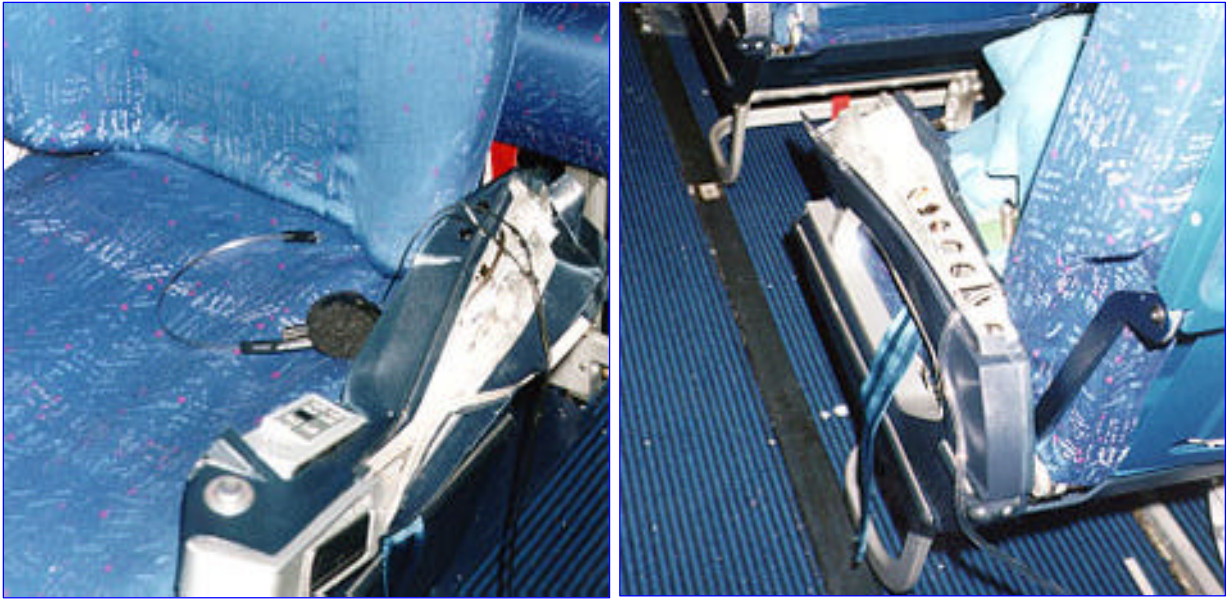
Impacts de grêle



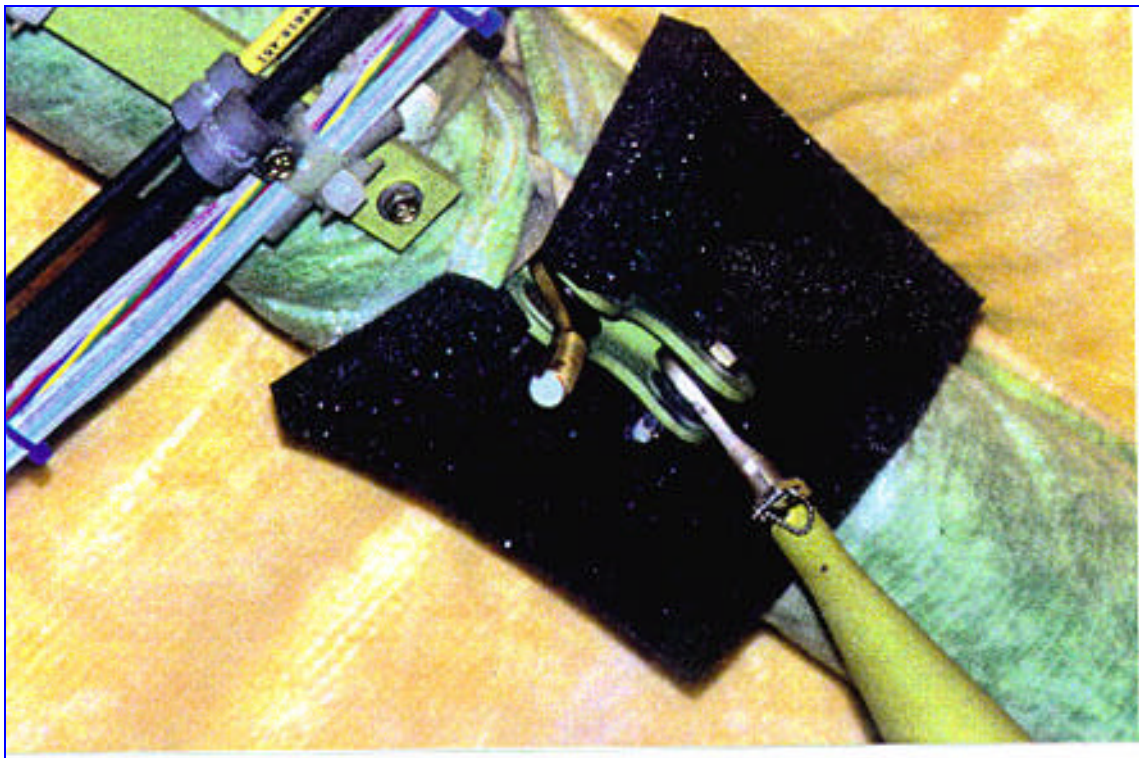
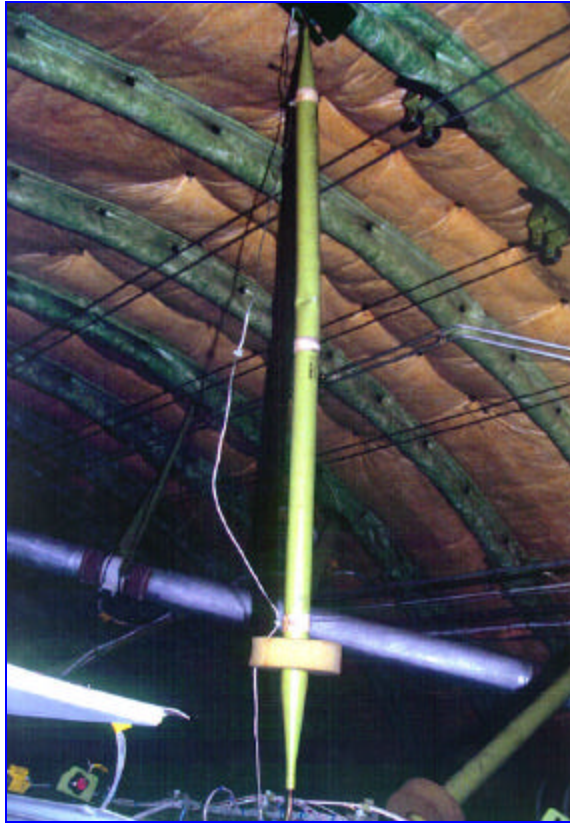
Perte de plaque de protection d'entrée d'air moteurs



Aspects cabine



Domages sièges et coffre 50



Ruptures de bielles

TROUSSE D'URGENCE
(Boite Docteur)

CADRE REGLEMENTAIRE

Extrait de l'Arrêté du 5 NOVEMBRE 87

1. Tout avion doit emporter:

- un tensiomètre * (sauf cargos),
- une ou plusieurs trousse de premier secours.

Le nombre minimal de trousse de premier secours à emporter lors de tout vol est fixé comme suit :

- une trousse pour les avions de moins de 201 passagers,
- deux trousse pour les avions de 201 passagers et plus et de moins de 401 passagers,
- trois trousse pour les avions de 401 passagers et plus.

2. Tout avion de 30 passagers et plus doit emporter une trousse d'urgence lors des vols de plus de 3 000 km s'il s'éloigne à plus de 60 minutes de vol d'un aérodrome accessible.

3. Tous les composants de ces trousse doivent pouvoir supporter les conditions de pression et de température associées au vol.

Ils doivent être accompagnés de leur date de péremption et de leur prescription.

** Pour des raisons pratiques, le tensiomètre prévu initialement dans une boîte à pharmacie a été transféré dans la boîte docteur.*

APPLICATION DU CADRE REGLEMENTAIRE

REMARQUE:

- trousse de premier secours = "boîte à pharmacie"
- trousse d'urgence = "boîte docteur"

En plus du tensiomètre et du nombre de trousse de premier secours requis, tous les avions, sauf les B.747 Cargo sont équipés d'une boîte docteur.

AIR France SECOURISME G. 7020
Sécurité Sauvetage Rév. 4/AOUT 95
DT.NT

1. TROUSSE DE PREMIER SECOURS

Tous les appareils sont dotés, en permanence, en cabine d'au moins une "boite à pharmacie" (Cf. tableau ci-dessous) ; la composition de cette boite figure page G.7XXX

Type AVION	Nombre de "boîte(s) à pharmacie"
B.747 (sauf cargos)	3
A.300 - A.310 - B.767 - A.340	2
A.320 - B.737 CCD - F.27 - B.727 cargo B.747 cargos	1

2. TROUSSE D'URGENCE

2.1. Tous les appareils sont dotés, en permanence, d'une boite docteur (sauf cargos).

2.2. La composition de cette boite figure pages G.7XXX

PARTICULARITÉS

TROUSSE INDIVIDUELLE

Une trousse composée d'un petit matériel à usage courant est remise en dotation à chaque PNC statutaire.

Le PNC est responsable de son réapprovisionnement auprès des services médicaux AIR FRANCE.

BOITE A PHARMACIE

GENERALITES

- Boite métallique plombée*. de couleur grise, marquée "AIR FRANCE SERVICE MEDICAL".
- Echange standard par les services commissariat de Paris (ou escales dotées: MRS, LYS et NCE) si la boîte est déplombée.
- Se reporter aux consignes de l'aide mémoire de secourisme pour l'utilisation détaillée

COMPOSITION

PRODUITS	Q	INDICATIONS	MODE D'EMPLOI
<i>ASPEGIC</i> Enfants/nourissons Sachets à 0.10 antipyrétique antalgique	20	Fièvre. douleurs	1 sachet pour 2 kg de poids par 24 heures
<i>ASPIRINE du RHONE</i> Comprimés antalgique antipyrétique	30	Fièvre, douleurs	Comprimés dosés à 0,50 gr d'acide acétylsalicylique Réservé à l'adulte: 2 à 6 comprimés à avaler impérativement avec de l'eau
<i>CHLOREXIDINE</i> Unidoses à usage ophtalmique	10	Larmoiement, gêne conjonctivale	2 gouttes dans chaque œil
<i>COMPRESSES ANTISEPTIQUES</i>	12	Plaies, brûlures	Désinfection cutanée
<i>COMPRESSES D'ARNICA</i>	5	Hématome, contusion.	Application sur la contusion ou l'hématome JAMAIS SUR UNE PLAIE
<i>COALGAN</i> Sachets ouate hémostatique	5	Hémorragies externes dentaires, épistaxis	Appliquer à sec sur la lésion en exerçant une légère pression continue.
<i>CORAMINE GLUCOSE</i> Comprimés Antiasthénique	8	Malaise de type lipothymique évanouissement	Ad.: 4 à 6 comp. à sucer par jour.
<i>DRAMAMINE</i> Comprimés antinaupathique	18	Mal des transports, nausées	Ad.: 1 comp. dès le début des troubles ou mieux, 1 à 2 comp. avant le départ. Enf. de 8 à 12 ans : 1/2 à 1 cp. une 1/2h avant le départ Enf. de 2 à 8 ans: 1/4 à 1/2 cp. toutes les 4 h
<i>ILIADINE</i> Gouttes nasales décongestionnant	1	Coryza, rhinite, douleurs d'oreille	Dose individuelle pour instillation. Ne doit pas être utilisée chez l'enfant de moins de 8 ans
<i>IMODIUM</i> Gélules antidiarrhéique	20	Diarrhées	Ad.: 2 comp. d'emblée, puis 1 comp. après chaque selle : jusqu'à 8 par jour Enf.: 1 comp.; jusqu'à 6 par jour

- Seul le plombage orange ou jaune (fracturable par torsion) apposé par le service médical, atteste du reconditionnement de la boîte.

- Tout autre plomb n'est qu'un plomb de "sauvegarde".

BOITE A PHARMACIE

PRODUITS	Q	INDICATIONS	MODE D'EMPLOI
<i>MAALOX</i> Comprimés antigastralgique	20	Maux d'estomac, gastrites	Ad.: 1 à 2 comp. à croquer ou à sucer au moment des crises douloureuses
<i>MERSEPTYL</i> Flacon pulvérisateur	1	Antiseptique pour traitement des blessures mineures	Nettoyage de la plaie à l'aide d'une compresse
<i>NIVAQUINE :0,10</i> Comprimés anti-paludéen	20	Paludisme	-Traitement curatif Ad.: 2 comp. d'emblée jusqu'à 6 comp. par jour sur indication du médecin -Traitement préventif Ad. et enfant de plus de 12 ans: 1 comp. le jour du départ 1 comp. par jour. pendant tout le séjour 1 comp. par jour 6 à 8 semaines après le retour
<i>SERUM PHYSIOLOGIQUE</i> Dose unitaire de 5 ml gouttes nasales	8	Rhinite Rhino-pharyngite	Enf. de moins de 6 ans et nourrisson : en instillation dans chaque narine
<i>SPASFON</i> Comprimés anti-spasmodique	30	Spasmes douloureux des voies digestives urinaires, respiratoires	6 comp. dragéifiés par 24 heures.
<i>STERIMYCINE</i> Unidose pommade ophtalmique	6	Conjonctivite, infection, plaie de la cornée.	Applications locales 1 à 3 fois par jour
<i>SYMPATHYL</i> Comprimés sédatif	40	Emotivité, insomnie, anxiété	Ad. et Enf. à partir de 5 ans : 3 à 8 comp. par 24 heures.
<i>TULLE GRAS</i> Pochettes individuelles	3	Plaies et brûlures	En application après désinfection.

La boite comporte en outre :

Garrot	1	Gants en plastique, paire	2
Echarpe triangulaire	1	Epingles de sûreté	6
Bandes <i>Nylax</i> (2 X 5cm ; 1 X 10cm)	3	Coton, paquet de 25 gr	1
Compresses stériles	10	Ciseaux à bouts ronds	1
Urgo 6 ; pansements	1	Masque de poche <i>LAERDAL</i>	1
Sparadrapp 5m X 1,25	1		

BOITE DOCTEUR

3. CONTROLE PREVOL

Vérifier la date de péremption.

Le contrôle du plombage du compartiment renfermant la clé est assuré par les services d'entretien.

4. COMPOSITION

4.1 Matériel médical

EQUIPMENT	MATERIEL MEDICAL
1 Blood pressure apparatus	1 appareil de prise de tension
1 Stéthoscope	1 stéthoscope
1 Packet of "STERI-STRIP" (10)	1 pochette de STERI-STRIP (10 sutures)
1 Pack of cotton (50 gr)	1 paquet de coton (50 gr)
2 10cc disposable syringes	2 seringues à usage unique (10 cc)
4 5cc disposable syringes	4 seringues à usage unique (5 cc)
2 2cc disposable syringes	2 seringues à usage unique (2 cc)
1 Medical oral thermometer	1 thermomètre médical buccal
1 Toumiquet	1 garrot
12 Desinfectant gazes	12 compresses désinfectantes
1 GUEDEL Tube (Adult)	1 canule de GUEDEL adulte
1 GUEDEL Tube (Infant)	1 canule de GUEDEL enfant
2 Gloves	1 paire de gants d'examen (latex)
2 Bar clamps	2 clamps de bar.

BOITE DOCTEUR

4.2 Médicaments

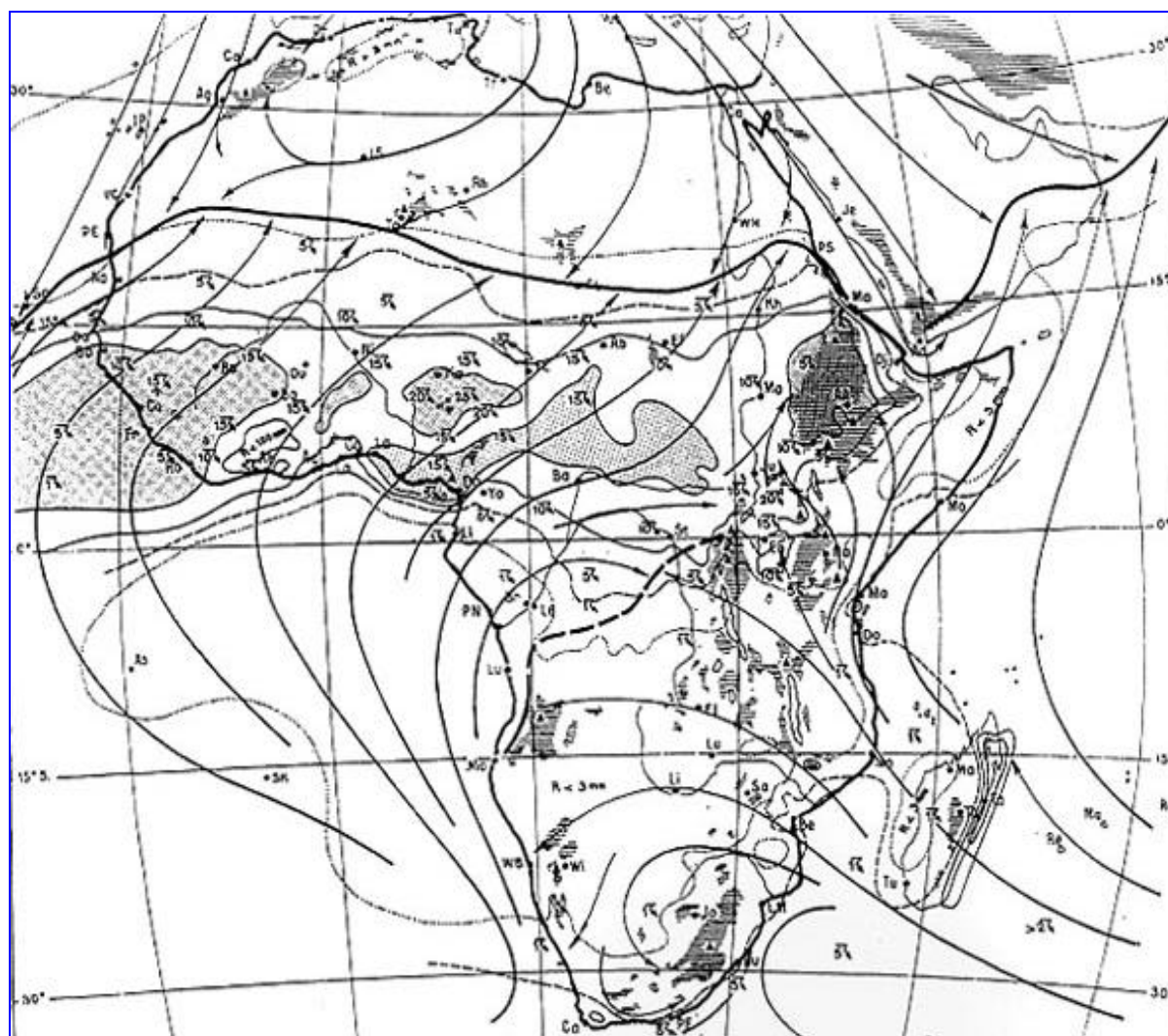
D.C.I. - DENOMINATION COMMUNE INTERNATIONALE	SPECIALITES FRANCAISES
<i>NIFEDIPINE</i> , 10 capsules, 10 mg.	<i>ADALATE</i> , 10 capsules à 10 mg.
<i>EPINEPHRINE</i> , 12 ampuls, 0,25 mg.	<i>ADRENALINE</i> , 12 ampoules à 0.25 mg
<i>ATROPINE</i> , 12 ampuls, 0,50 mg.	<i>ATROPINE</i> , 12 ampoules à 0,50 mg.
<i>TEBUTALINE</i> , 1 aérosol.	<i>BRICANYL</i> , 1 aérosol doseur.
<i>DESLANOSIDE</i> , 6 ampuls, 0,4 mg.	<i>CEDILANIDE</i> , 6 ampoules à 0,4 mg.
<i>DROPERIDOL</i> , 1 ampul I.M. route ; 10 ml = 50 mg	<i>DROLEPTAN</i> 1 ampoule I.M de 10 ml = 50 mg
<i>GLUCOSE 30 %</i> , 2 ampuls of 10 ml	<i>GLUCOSE HYPERTONIQUE à 30 %</i> , 2 ampoules de 10 ml.
<i>HALOFANTRINE</i> , 6 tablets, 250 mg.	<i>HALPHAN</i> , 6 comprimés de 250 mg
<i>FUROSEMIDE</i> , 4 ampuls, 0,20 mg.	<i>LASILIX</i> , 4 ampoules à 0,20 mg.
<i>METHYLERGONOVINE MALEATE</i> , 3 ampuls, 0,2 mg	<i>METHERGIN</i> , 3 ampoules à 0,2 mg.
<i>TRINITRINE</i> , 1 aerosol.	<i>NATISPRAY FORT</i> , 1 flacon pulvérisateur.
<i>OXYBUPROCAINE</i> , eye-drops	<i>NOVESINE</i> , collyre
<i>METOCLOPRAMIDE</i> , 3 ampuls, 10 mg.	<i>PRIMPERAN</i> , 3 ampoules de 10 mg.
<i>PHLOROGLUCINOL</i> , 6 ampuls, 0,04 gr.	<i>SPASFON</i> , 6 ampoules à 0,04 gr.
<i>DEXAMETHASONE</i> , 3 ampuls 4 mgr.	<i>SOLUDECADRON</i> , .3 ampoules de 4 mg.
<i>DIAZEPAM</i> , 6 ampuls I.M. route 10 mg, 40 tablets, 5 mg	<i>VALIUM</i> , 6 ampoules I.M. de 10 mg, 40 comprimés de 5 mg.
<i>DICLOFENAC</i> , 2 ampuls 75 mg.	<i>VOLTARENE</i> , 2 ampoules de 75 mg.

4.3 Documents

- Un MODELE D'ECHANGE D'INFORMATIONS (à utiliser dans le cadre d'une liaison radio avec le SAMU).
- Une FICHE D'UTILISATION "BOITE DOCTEUR".
- Un fascicule donnant en plusieurs langues le contenu de la boite avec le mode d'emploi et la posologie des médicaments.

CLIMATOLOGIE AFRIQUE
Climatologie Tropicale
Alternance des saisons

Juillet



AIR FRANCE DO.NI	CLIMATOLOGIE DU RESEAU LONG COURRIER	Page 5
TOUS AVIONS	1. INTRODUCTION	Janvier 93

Ce recueil a pour objet de renseigner sur la climatologie des quatre zones géographiques du réseau long courrier :

- Afrique
- Amérique du Nord
- Amérique du Sud
- Extrême-Orient.

Pour chaque zone couverte, vous trouverez :

- un sommaire de climatologie générale, volontairement succinct,
- pour chaque escale de notre réseau, éventuellement son terrain de dégagement, un sommaire de météorologie locale, associé à un tableau de statistiques climatologiques mensuelles, plus ou moins complets, en fonction des données recueillies.

Toutes ces données sont extraites, essentiellement, d'une importante compilation d'informations collectées par notre Service "Lignes et Régions" (DO.NI).

En fin d'ouvrage, sont données toutes les références de ces documents, qui peuvent toujours être consultés pour plus de précisions.

Pour les équipages de conduite, il doit faciliter la préparation de leurs vols. Il constitue aussi, un complément aux prévisions fournies lors du briefing et actualisées par les informations reçues en vol.

AIR FRANCE DO.NI	CLIMATOLOGIE DU RESEAU LONG COURRIER	Page 199
TOUS AVIONS	BIBLIOGRAPHIE	Janvier 93

CLIMATOLOGIE ASIE

Air France/DO - Division Navigation et Infrastructure
Service Etudes Techniques (1968)

CLIMATOLOGIE AFRIQUE

Air France/DO - Sous Direction Technique
Département Lignes et Régions (1974)

CLIMATOLOGIE AMERIQUE DU SUD

Air France/Direction de l'Exploitation - Département des Vols
Division Navigation et Infrastructure (1965)

CLIMATOLOGIE DE L'AMERIQUE DU NORD

METEOROLOGIE DU GOLFE PERSIQUE ET QUELQUES AEROPORTS DE LA COTE ARABIQUE

Georges MARCAL

Air France/DO - Sous Direction Technique/Service Lignes et Régions
Etudes Météorologiques (1980)

ETUDE METEOROLOGIQUE SUR LA ROUTE AERIENNE JEDDAH-DAR ES SALAAM ET RETOUR

Georges MARCAL

Air France/DO - Sous Direction Technique
Service Lignes et Région (1981)

CLIMATOLOGIE ETOPS ATLANTIQUE NORD

Air France

COMPENDUM DE CLIMATOLOGIE AFRICAINE

UTA/MM.DENJEAN-MOUSTERRY-DUCHIER (1976)

COMPENDUM DE CLIMATOLOGIE EXTREME-ORIENTALE

UTA/MM.DENJEAN-MOUSTERRY (1977)

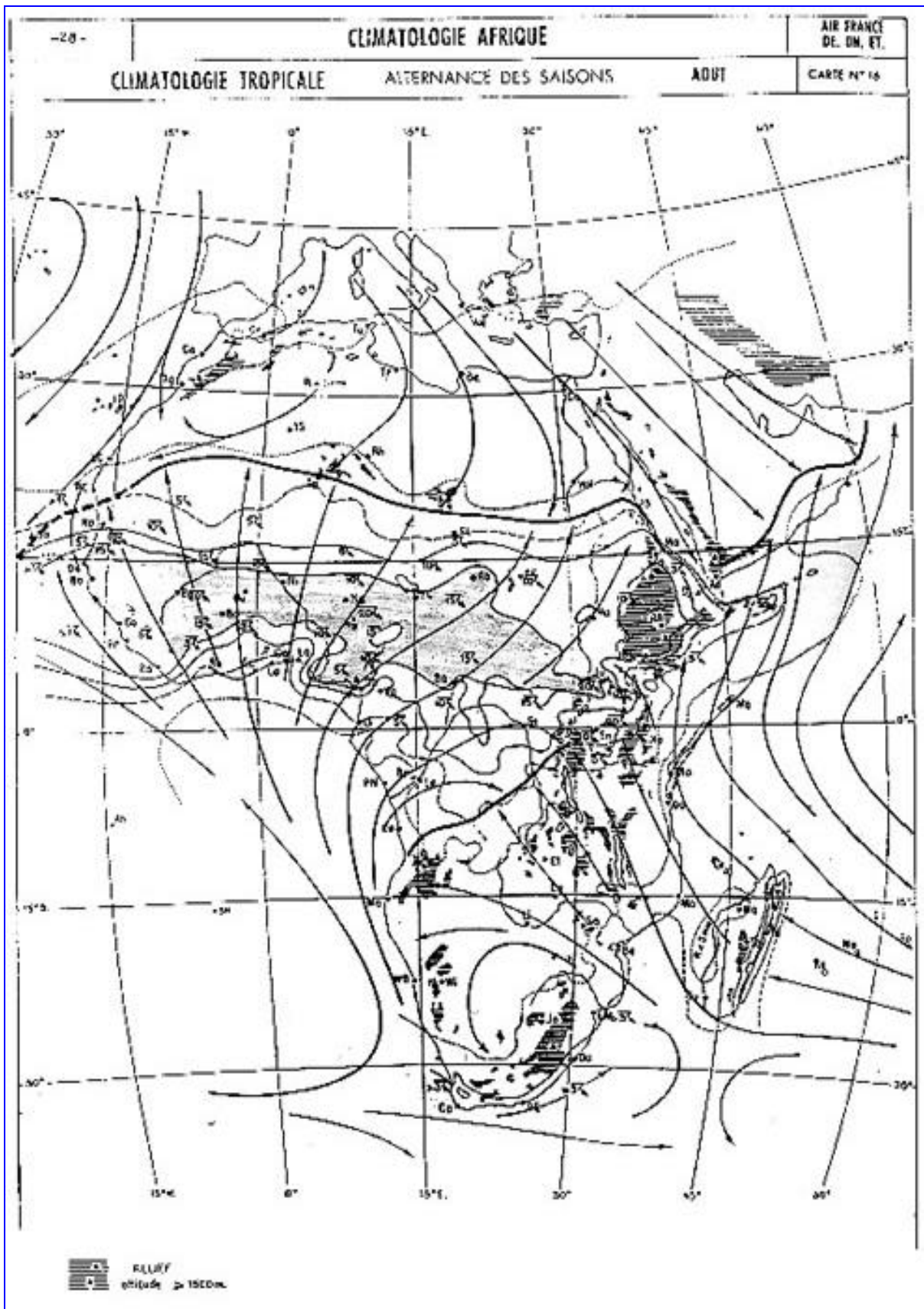
AIRPORT CLIMATOLOGICAL SUMMARRY/LOCAL CLIMATOLOGICAL DATE

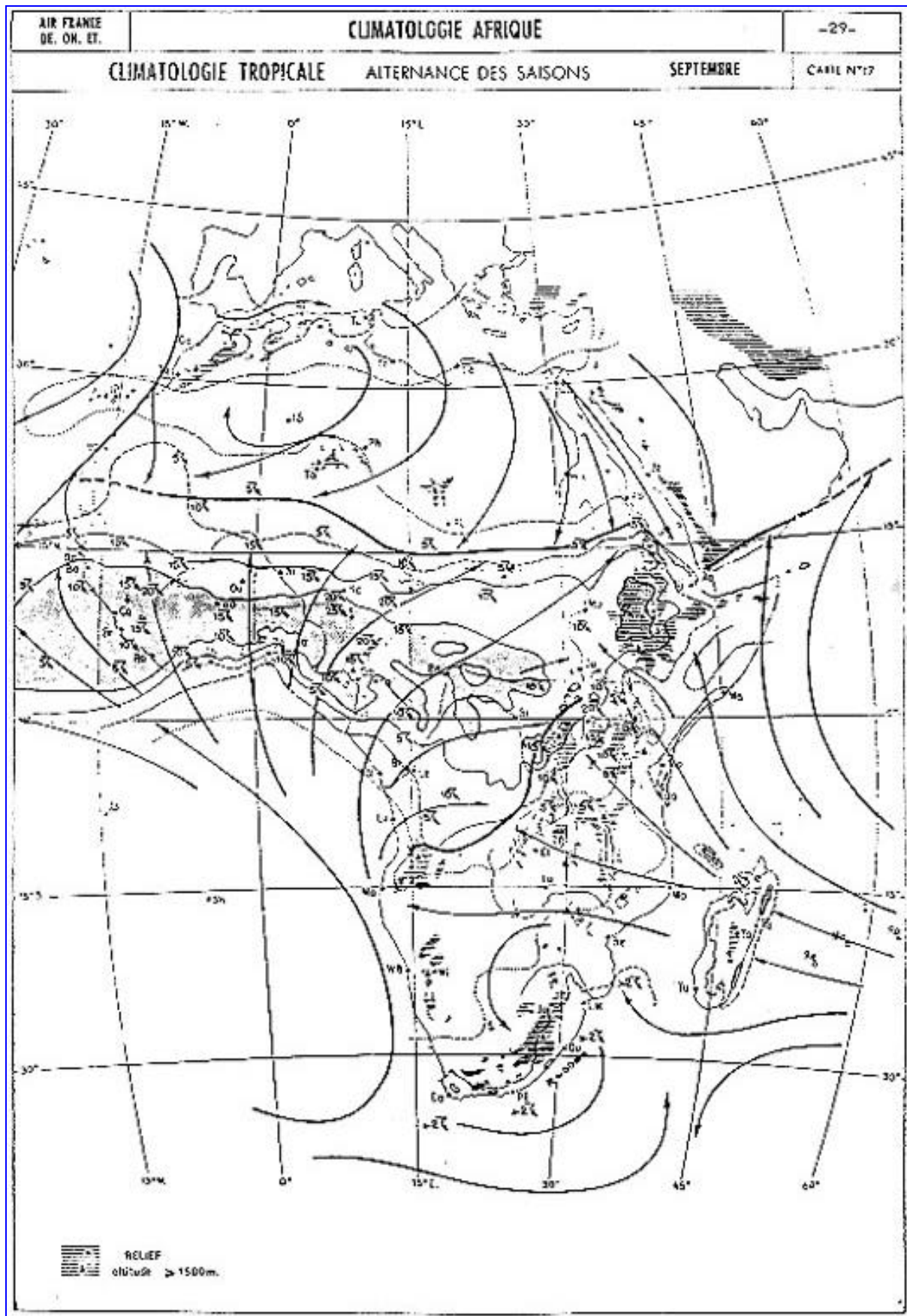
Pour certains aéroports des USA.

NOAA/NATIONAL CLIMATIC CENTER Federal Building 37 Battery Park Av.
Asheville NC 28801-2733

WORLD WEATHER GUIDE

TIMES BOOKS (1984)





Extrait de la CLIMATOLOGIE AFRIQUE

AIR FRANCE II – CLIMATOLOGIE TROPICALE DE.ON/ET

3.3. LA ZONE HUMIDE ATLANTIQUE

- L'anticyclone atlantique S provoque un flux d'alizé de secteur S à E ; ce flux tourne à SW après passage de l'équateur et une très grande partie de l'alizé se trouve attirée par les BP relatives du continent.

C'est pourquoi de Mossamedes à Robertsfield la côte reçoit en permanence des vents humides de SW.

- Cet afflux d'air maritime crée une zone humide dont les limites subissent un déplacement saisonnier déterminant le climat des pays intéressés, lesquels passent ainsi de la sécheresse à l'humidité ou vice versa.

Cette masse humide est relativement peu épaisse : 12000' au maximum ; le plus souvent 4 à 6000'.

Les limites de cette masse seront étudiées comme suit :

- la limite N assez bien définie et appelée FIT
- la limite E
- la limite S

3.3.1. LIMITE N. (FIT)

- La limite N de la masse humide est le front intertropical, i.e. la surface de contact entre le flux saharien de NE (souvent appelé harmattan) et le flux de SW souvent appelé mousson de Guinée ou mousson de SW. Cette couche humide s'enfonce comme un coin sous l'air très sec saharien (figure 6).

La trace au sol du FIT est indiquée sur les cartes, le long d'une zone de BP, mais il ne se passe rien le long de cette trace : l'air humide au sol, mais l'épaisseur de cette couche est insuffisante pour provoquer des nuages importants. C'est nettement plus au S (150 à 350 km) que se trouvent les nuages à développement vertical qui déterminent le FIT pour celui qui l'observe d'avion ; d'où une contradiction apparente entre le point de vue du météo et celui du pilote.

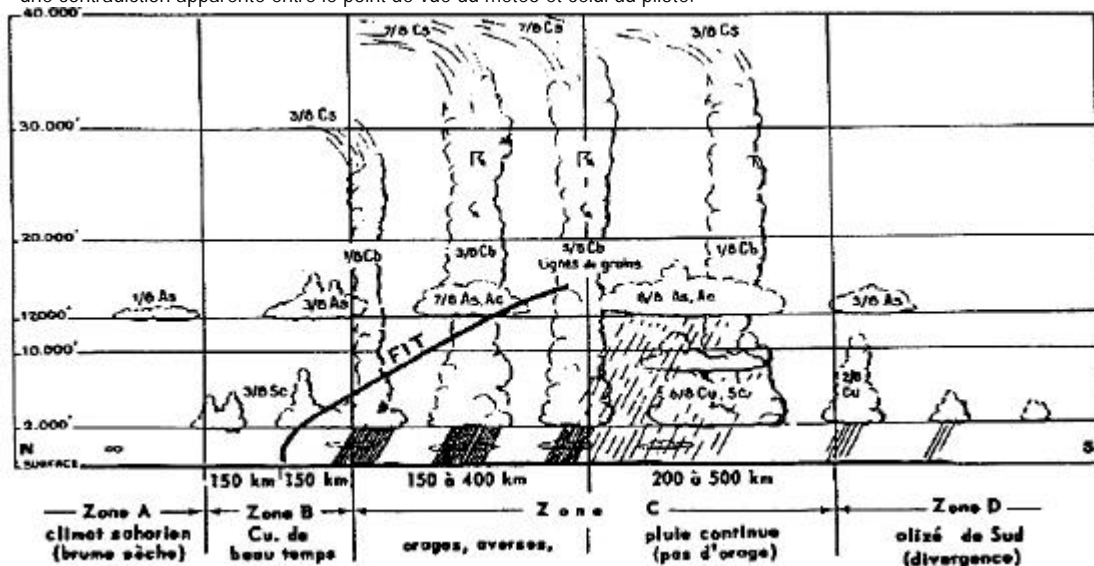


Figure 6 - Coupe type du FIT

Au S du FIT on distingue quatre zones climatiques (voir figure 6).

Ces zones sont parallèles à la trace au sol du FIT et se déplacent avec lui. Elles sont souvent appelées A.B.C.D. ; nous conservons cette appellation.

Il faut noter toutefois que le FIT n'a presque jamais la netteté des fronts de nos régions tempérées, ni celle du schéma représenté plus haut. Il s'agit le plus souvent d'une zone assez confuse de mélange, où on reconnaît des variations importantes d'humidité et de directions des vents. L'épaisseur de la couche humide et le niveau de changement de vent sont cependant assez cohérents.

Les positions du FIT varient d'ailleurs chaque jour en oscillant, parfois très rapidement, autour des positions moyennes indiquées par les cartes statistiques.

3.3.1.1. ZONE A (A comme Anticyclone)

- Cette zone est au N de la trace au sol du FIT. Elle correspond au climat sec de type saharien (cf. par. 3.1) ; son passage sur une escale amène donc une saison sèche de ce type saharien ; "Lithométéore" (brume sèche), chasse sable, tourbillon, vents de sable (cf. par. 3.1.2.). A signaler quelques brouillards en début de saison quand l'air sec arrive sur un sol humide. C'est en janvier que la zone sèche étend son domaine le plus loin au S.

3.3.1.2. ZONE B (B comme Beau temps).

- Elle se trouve immédiatement au S du FIT, dans le coin d'air humide dont l'épaisseur est alors de 0 à 4000'. Au-dessus règne l'harmattan sec et subsident.

L'air humide est stable le matin, puis l'instabilité se développe avec le rayonnement ; cependant les nuages ne peuvent pénétrer dans la couche d'harmattan (à part quelques rares Cb, dont les chances sont proportionnelles à l'épaisseur de la couche humide).

- Possibilité de brume sèche dans les couches au-dessus de l'air humide.

Possibilité également de vent de sable lors des premiers grains sur un sol desséché par la saison sèche (Fort Lamy [N'djamena]-Khartoum).

- Sur la côte W, le flux supérieur d'harmattan est souvent remplacé par un alizé de NW moins sec ou même parfois par une invasion d'air froid en altitude (faible pluie possible d'As).

Sur les côtes le brouillard est assez fréquent en zone B.

- La variation diurne est généralement la suivante :

- la nuit : ciel clair, brouillard possible sur la côte en seconde moitié de nuit, se dissipant entre 7 et 9h.

- le matin : St ou Sc venus du S.

- évoluant en Cu entre 10h et 15h,

- puis possibilité de 2/8 Cb, base 2000 à 3000'

- après l'orage, 2 à 4/8 Ac As, base vers 10000'.

- Les orages d'évolution diurne ont lieu en fin de journée ou dans la nuit, quand l'air humide est plus épais c'est-à-dire à proximité de la zone C.

3.3.1.3. ZONE C (C comme Couvert)

- Au S de la zone B, l'épaisseur de la couche humide continue d'augmenter et c'est la zone des pluies orageuses.

- Les pluies tropicales sont en effet de 3 types :

- Orages d'évolution diurne, averses.

- Lignes de grains venant de l'E.

- Pluies continues.

3.3.1.3.1. Orages d'évolution diurne :

- Si l'épaisseur de la couche humide est moyenne, seuls quelques Cb pourront pénétrer dans le flux supérieur d'harmattan.

L'évolution diurne est la suivante : au lever du soleil St et Sc, base 1000' évoluant à partir de 10h en Cu, puis vers 14h en Cb, averses, orages entre 16h et 21h.

3.3.1.3.2. LIGNES de GRAINS (on les appelle "tornades" en Afrique) :

- La couche d'air humide ondule et les sommets de cette vague (épaisseur maxi de la couche) correspondant à des rangées de Cb : ces lignes de grains ressemblent aux fronts froids des régions tempérées.

- Les lignes de grains viennent généralement de l'E, les corps des Cb se déplaçant dans l'harmattan. Les alignements sont approximativement N-S.

- Avant le grain : 3 ou 4h avant, apparaissent des Ci annonceurs qui s'épaississent et assombrissent l'horizon ; 4/8 Ci et Ac, 1/8 Cb, vent au sol SW 5 kt, bonne visibilité. Possibilité de bancs de Sc et St 5 à 10 min. avant le grain.

- Au passage du grain : rotation rapide du vent à E 20/25 kt, avec rafales nombreuses 30/35 kt. A la première goutte le vent faiblit en restant d'E ; localement 3/8 Fc [Cu fra] 800' (durant 15 à 20 min). Pluie forte et brève.

Possibilité de visi réduite par la poussière avant le déclenchement de la pluie. Le passage du grain dure une heure.

- Après le grain : ciel couvert par As 8/8 base 10000'.

Plusieurs heures de pluie modérée continue. Bonne visibilité, vent variable.

Les lignes de grains sont sensibles à la variation diurne : les grains étant plus virulents entre 13h et 24h, surtout 18 et 19h (sur les côtes, vers 6h).

- Les lignes de grains se produisent principalement au début et à la fin de la saison des pluies. Elles sont plus nombreuses au N (10 par mois) de la zone C qu'au S (4 par mois).

3.3.1.3.3. Pluies continues :

- Quand l'épaisseur de la couche humide est plus forte, ou l'air supérieur moins stable, ou que la convergence est plus forte, la convection trouve une alimentation nettement plus riche. Au lieu d'avoir affaire à des Cb isolés ou alignés on trouve alors de vastes corps pluvieux qui amènent les grosses pluies de mousson. On voit venir du SW d'importantes formations d'As et de Ns, base 6 à 10000', épaisseur jusqu'à 6000' doublés de Sc et de Fc 6 à 7/8 de 600 à 1000'. Les pluies ne sont pas nécessairement accompagnées d'orages.

- Nous verrons souvent dans la climatologie propre à chaque aéroport que la remontée du FIT amène : d'abord des pluies orageuses en début de saison des pluies, des pluies continues ensuite (zone C sans orage), puis à nouveau des averses orageuses en fin de saison.

3.3.1.4. ZONE D (D comme Divergence).

- Au S de la zone C, l'alizé dévié venu de l'hémisphère S n'a pas encore acquis les caractères de la mousson. Cette zone correspond à la petite saison sèche qui vient s'intercaler au milieu de la saison des pluies, ceci sur tout le littoral du Golfe de Guinée entre Lagos et le Libéria (exclus). Cette petite saison sèche est centrée sur le mois d'août : elle correspond aux températures mer les plus faibles dans le golfe de Guinée.

L'alizé (dévié) étant passé sur une mer relativement fraîche présente encore des surfaces d'inversion qui ne s'effaceront qu'après franchissement de la côte (et seulement en août et septembre, période d'activité maxima de la zone C) ; ceci explique la présence de nuages de stabilité : Sc matinaux (une couche clairsemée vers 700', une couche plus dense vers 3000' ou 4000'). Les orages sont rares à cette époque, mais le ciel est très couvert.

- A Lagos, situé en bordure de la région de convergence de Douala, on trouve des systèmes nuageux presque aussi importants qu'en saison des pluies mais les orages et les précipitations sont nettement plus rares.
- Sur les côtes, le stratus bas est assez fréquent en zone D.

3.3.1.5. Déplacements saisonniers du FIT et des zones A, B, C.

Si l'on reporte le schéma du FIT et la distribution par zone sur les douze cartes mensuelles, on constate :

- a – que deux régions sont particulièrement prédisposées aux pluies,
 - la région de Douala : convergence vers le golfe et relief du Mont Cameroun,
 - la côte W : forte température mer, relief et, souvent, flux perpendiculaire à la côte,
- b – que, entre ces deux maxima, la côte d'Accra à Lomé est relativement sèche, d'autant plus que le flux d'air (déjà moins chargé d'humidité parce que la température mer est relativement plus faible) souffle presque parallèlement au rivage.
- c - que le gonflement de la masse d'air humide correspondant à la zone C semble obéir aux règles suivantes :
 - ce gonflement est plus important dans l'hémisphère N de mai à octobre et dans l'hémisphère S, (i.e. sur le bassin du Congo) de novembre à avril,
 - sur la côte de Guinée la zone nuageuse ne passe jamais au S de l'équateur (parce que l'Atlantique S est relativement trop froid), mais demeure sur les eaux plus chaudes le long de la côte,
 - chaque fois que le flux de SW est attiré vers le continent, il détermine à son passage sur les collines et le relief, de Brazzaville à Libreville, une zone de pluies,
 - pendant que la masse humide a son activité dans l'hémisphère S, (de novembre à avril), la limite N de cette masse n'est plus réellement un FIT entre le Cameroun et l'Ethiopie, c'est une limite entre deux masses d'air ; la masse humide au S de cette ligne n'a qu'une très faible épaisseur déterminant une sorte de vaste zone B.
- En ce qui concerne le FIT de l'hémisphère N, l'intensité orageuse est moins forte à la redescente du FIT qu'à sa montée vers le N ; ceci tient sans doute à la moindre température de l'Atlantique S à la fin de la saison. Quand la saison des pluies est coupée par une saison sèche, la seconde demi-saison est nettement moins pluvieuse que la première.

3.3.2. Limite EST de la zone humide Atlantique.

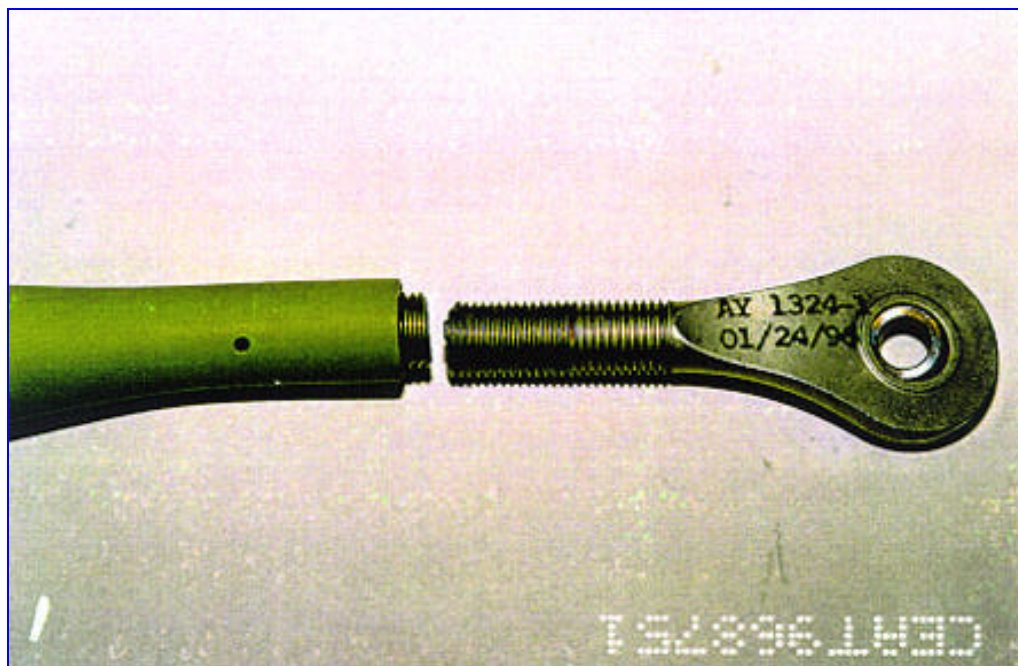
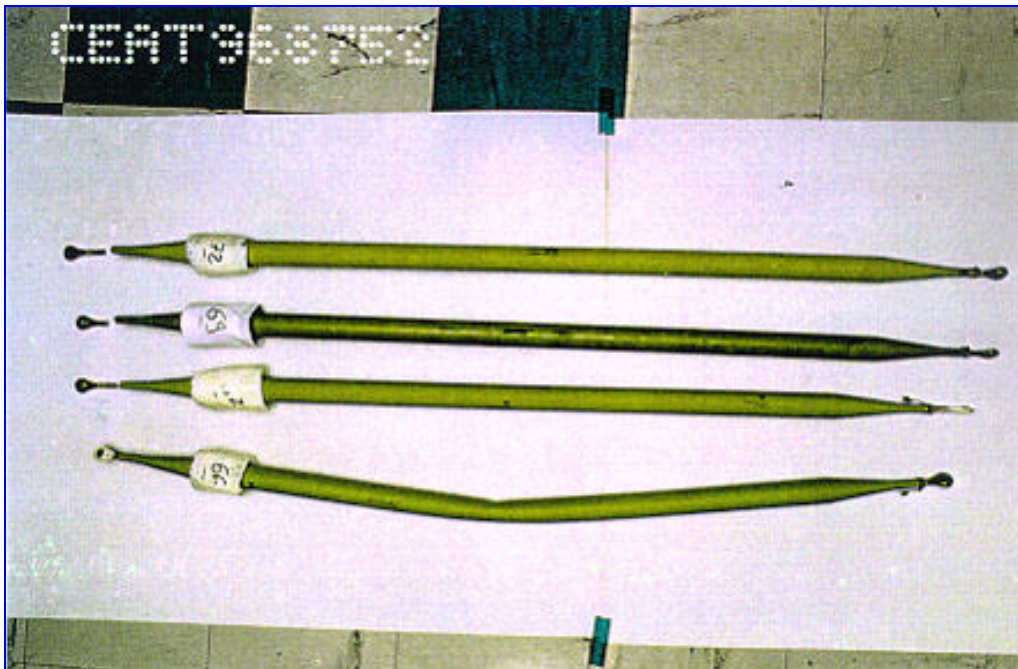
- Durant la saison d'activité maxima du FIT dans l'hémisphère N, celui-ci s'étend à l'E jusqu'au relief éthiopien. La masse humide située au S semble arriver en contact avec l'air humide venu de l'Océan Indien : la mousson de SE apparaît en Avril dans ce secteur.
A partir d'octobre l'air humide atlantique n'atteint même plus la haute vallée du Nil.
- Sur le bassin du Congo, cet air atteint rarement la dorsale montagneuse située à l'W des grands lacs, sa limite d'action se situe à peu près sur la haute vallée du Congo. La météo de cette région est mal connue ; on sait uniquement que les précipitations sont très fortes sur le relief au contact de l'air d'origine atlantique avec l'air venu de l'Océan Indien.

3.3.3. Limite SUD de la zone humide Atlantique.

- Pendant l'hiver de l'hémisphère S, l'air humide atlantique, se retire au N d'une ligne approximative Luanda-Stanleyville (avril à juillet) et la couche est peu épaisse au N de cette limite.
Dès le mois d'août l'invasion humide reprend, et en octobre le relief est déjà atteint. Puis cette couche s'épaissit jusqu'à atteindre son maximum en janvier – février : 15000'. Le temps est particulièrement instable dans cette zone, surtout sur le relief. Il semble que la limite de cette masse se présente comme un front, qui atteint presque Livingstone de décembre à février, où on l'appelle CAB ou "Congo Air Boundary".

3.3.4. Structure verticale.

- Cette masse humide provient de l'anticyclone Atlantique Sud sous forme d'alizé de SE très stable : inversion d'alizé à 1500' à Alexander Bay et à Mossamedes. Au fur et à mesure de son parcours maritime, il accumule de l'humidité sous l'inversion, ce qui tend à élever le niveau de celle-ci et à diminuer la stabilité de la masse d'air. Cette stabilité diminue d'autant plus vite que la surface de la mer est plus chaude (cf. cartes 7 et 8) ; tandis qu'elle demeure relativement forte dans la branche d'alizé surplombant le courant froid de Benguela qui aborde la côte vers Accra ; (moins d'humidité, inversion plus nette).
- Puis le flux d'alizé de SE est dévié à SW vers l'équateur (et, même avant de l'atteindre à l'E du méridien 0°) ; il est à noter que le vent dominant est de SW sur toute la côte de Dakar à Mossamedes. Enfin l'instabilité l'emporte (échauffement du sol, relief, proximité du FIT) et l'alizé devient mousson : d'abord Zone D encore relativement stable, Zone C des pluies continues, puis Zone C d'instabilité orageuse.
On voit que la convergence et la pénétration par convection soulèvent, puis éliminent la surface d'inversion au fur et à mesure que l'on approche des BP et du FIT.
- L'épaisseur de la couche d'air humide qui constitue la mousson Atlantique est faible. Sur le bassin du Congo, elle atteint 8 à 10000'. Elle est maxima à 300 ou 500 km au S de la trace au sol du FIT (mai-octobre). Dans la partie S (relief d'Angola) son maximum est de 12.000' entre novembre et mars, c'est-à-dire durant l'été austral.
- La mousson de SW est surmontée par l'harmattan dans sa partie N, plus au S par un flux d'E venu de l'Océan Indien (flux de SE d'avril à octobre, flux de NE de novembre à mars). C'est ainsi que l'on distingue facilement 3 couches superposées à Brazzaville ou à Luanda :
 - une couche d'air maritime frais venu du SW (s'il est assez épais, il contient l'inversion d'alizé propre à ce flux anticyclonique d'Atlantique Sud),
 - une couche de mélange : air Atlantique modifié, air venu de l'Océan Indien et air subsident : si l'air de l'Océan Indien domine on peut trouver ici une autre surface d'inversion vers 10.000',
 - au-dessus encore, couche d'air subsident.



Bielles et embouts rotulés cassés

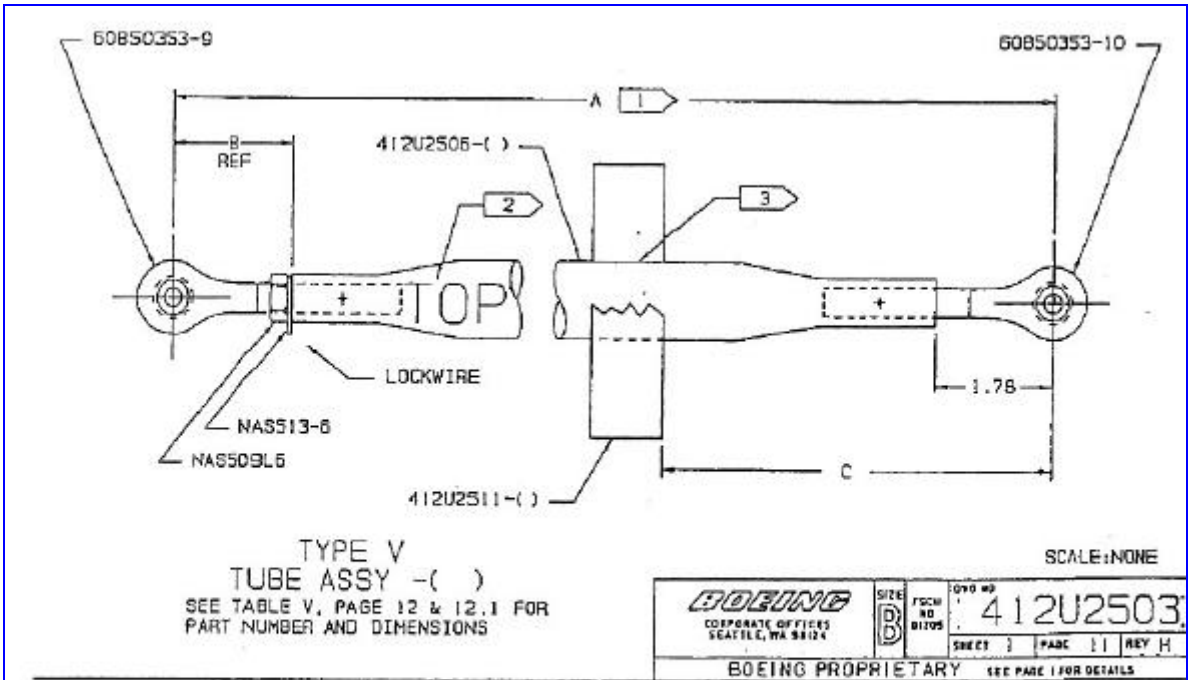


TABLE V, TYPE V CONTINUED ON PAGE 12.1

ASSY	TUBE 412U2506-()	A			B DIMENSION REF	412U2511-()	C DIMENSION REF
		MIN	MAX	HTW			
-64	-1	34.21	34.83	33.59	1.66	-1	8.00
-65	-1	34.64	35.26	34.02	2.09	-1	8.00
-66	-2	51.56	52.18	50.94	1.55	-1	8.00
-67	-2	52.32	52.94	51.70	2.31	-1	8.00
-68	-3	53.51	54.13	52.89	2.32	-1	8.00
-69	-4	54.05	54.67	53.43	1.57	-1	8.00
-70	-4	54.54	55.16	53.92	2.06	-1	8.00
-71	-4	54.38	55.00	53.75	1.90	-1	8.00
-72	-5	54.94	55.56	54.32	1.53	-1	8.00
-73	-5	55.56	56.18	54.94	2.15	-1	8.00
-74	-6	55.78	56.40	55.18	1.54	-1	8.00
-75	-7	69.92	70.54	69.30	1.80	-2	8.00
-76	-8	71.48	72.10	70.88	1.05	-2	8.00
-77	-9	72.28	72.90	71.66	1.55	-2	8.00
-78	-9	73.04	73.66	72.42	2.31	-2	8.00
-79	-17	49.80	50.42	49.18	1.90	-2	8.00

BOEING
CORPORATE OFFICES
SEATTLE, WA 98124

SIZE B

PSCW NO 81205

DWG NO 412U2503

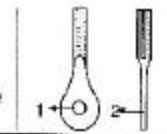
SHEET 1 PAGE 12 REV H

BOEING PROPRIETARY SEE PAGE 1 FOR DETAILS

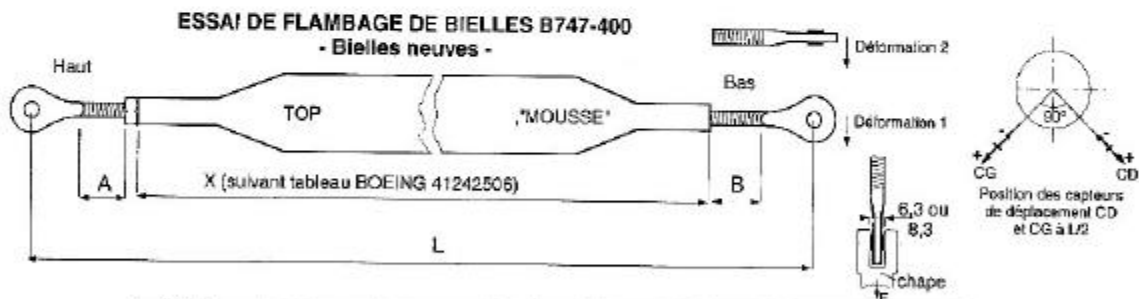
Bielles et embouts rotulés cassés : dimensions caractéristiques (pouces)

BIELLES - BOEING 747-400 avion F-GITF

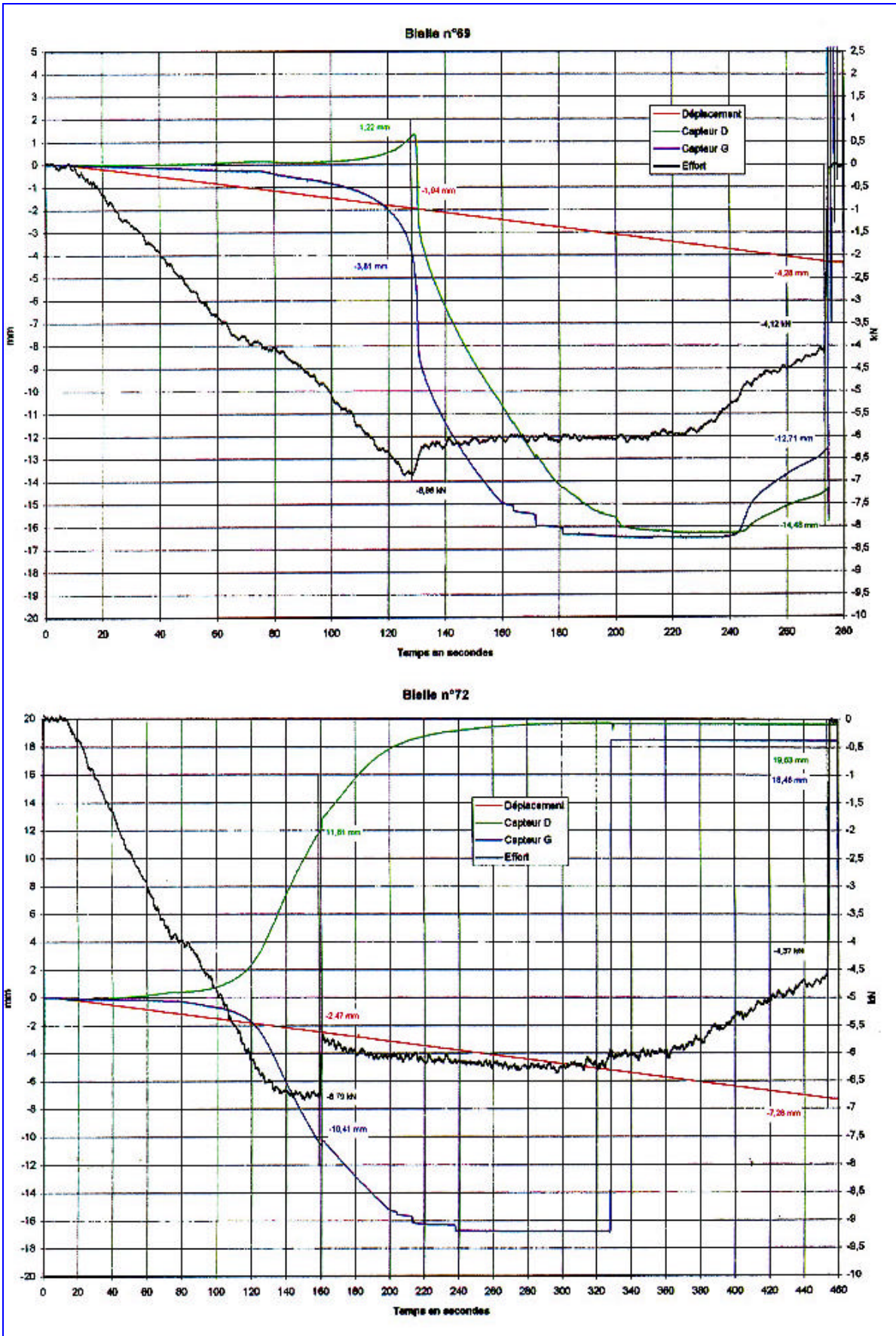
Déformation suivant 1 et (ou) 2



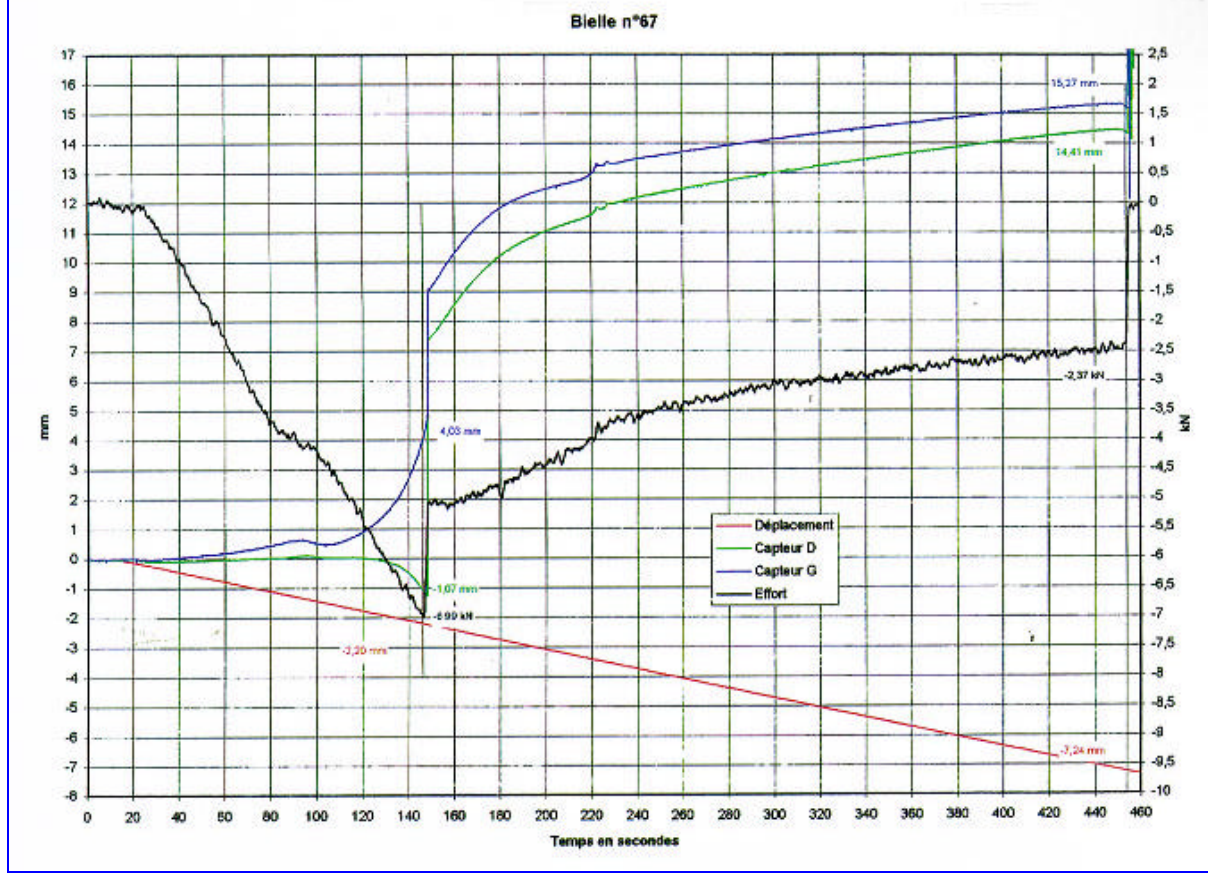
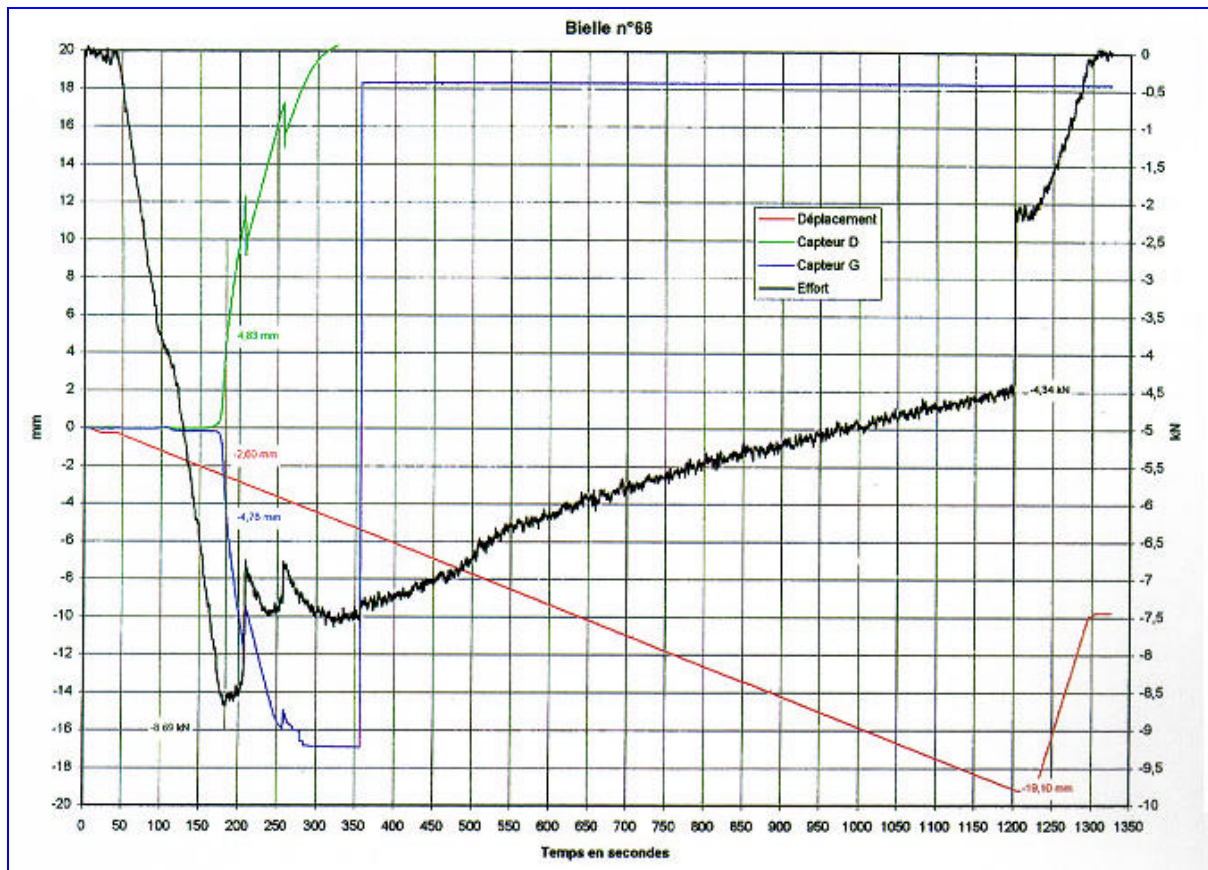
BIELLE				Embout rotulé			
Station	Position	Repère	Observations	Repère	Observations	Repère	Observations
2180	54H	412U2503-72	rompue à L/2 rupture statique	AY 1324-1 livrée à part	non rompu déformé (1)	AY 1324-1 livré monté	rompu(1) rupture statique
2140	53H	412U2503-69	entière flexion petit ø rétréint côté M	partie ø ill manquante	rompu (manque ø ill) rupture statique	AY 1324-3	rompu (1) et (2) rupture statique
2060	50H/51H	412U2503-81	entière	AY 1324-1	rompu(1) rupture statique	AY 1324-3	non rompu déformé (2)
1960	48H	412U2503-67	entière choc sur cône rétréint côté M flexion petit ø rétréint côté M	partie manquante	.	AY 1324-3	non rompu déformé (2)
1900	45H/48H	412U2503-68	entière-flambage marqué fissure	AY 1324-?	non rompu	AY 1324-3	non rompu
1900	45J	412U2503-75	entière	AY 1324-1	rompu (2) rupture statique	AY 1324-3	non rompu
1820	43/44/JKL	412U2503-67	entière	AY 1324-1	non rompu	AY 1324-3	rompu (1) et (2) rupture statique
1500	30HGFE/ 31LKJ	412U2503-67	entière flexion petit ø rétréint côté T	AY 1324-1	non rompu (2)	AY 1324-3	rompu(2) rupture statique
1365	412U2503-66/67/68	non livrée non livrée		trois embouts AY 1324-3		non rompus, déformés (2)	
		incarnus		un embout d'origine inconnue AY 1324-3		rompu (1)(2) en statique	
	Meuble CCP zone B	entière		côté grand ø tube, non repéré-embout rompu (1) (2) en statique côté petit ø tube, non repéré-embout non rompu, déformé (1) (2)			



	X inch mm	L mm	A mm	B mm	début flambage		à effort max		à la rupture		Observations
					effort	déplacement	effort	déplacement	effort	déplacement	
Bielle 69 envoi BEA	50,70 1287,6	1380	4	16,1	348 daN	0,92 mm	686 daN	1,94 mm	412 daN	4,28 mm	Rupture embout inférieur Pas de contact embout/chape d'essai - déformation 1 Largeur chape d'essai = 6,3 mm
Bielle 72 remise par BOEING	51,63 1311,4	1414	2,1	31	369 daN	1,13 mm	879 daN	2,47 mm	437 daN	7,26 mm	Rupture embout inférieur Contact embout/chape d'essai après F max- déformation 2 Largeur chape d'essai = 6,3 mm
Bielle 66 remise par BOEING	48,23 1225	1294	0	0	869 daN	2,60 mm	869 daN	2,60 mm	434 daN	19,10 mm	Flambage tube à L/2 sans rupture Contact embout/chape d'essai après F max- déformation 2 Largeur chape d'essai = 8,3 mm Déformation résiduelle=7,88 à F=0
Bielle 67 remise par BOEING	48,23 1225	1380	21,8	31	390 daN	1,17 mm	699 daN	2,20 mm	237 daN	7,24 mm	Rupture embout inférieur Pas de contact embout/chape d'essai - déformation 1 Largeur chape d'essai = 8,3 mm



Courbes de flambage et de rupture



Courbes de flambage et de rupture

1998/Proposed Rules

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

Federal Aviation Administration

14 CFR Part 39

[Docket No. 98-NM-222-AD]

RIN 2120-AA64

Airworthiness Directives; Boeing Model 747-400 Series Airplanes

AGENCY.- Federal Aviation Administration, DOT.

ACTION. Notice of proposed rule-making (NPRM).

SUMMARY: This document proposes the adoption of a new airworthiness directive (AD) that is applicable to certain Boeing Model 747-400 series airplanes. This proposal would require installation of strap assemblies on the ceiling panels and rails that support the video monitors. This proposal is prompted by reports of the video monitor ceiling panels falling into the cabin area due to the failure of certain latch assemblies during turbulence. The actions specified by the proposed AD are intended to prevent such failure, which could cause the ceiling panels to fall into the cabin area, and consequent injury to the crew and passengers. **DATES :** Comments must be received by December 24, 1998. **ADDRESSES :** Submit comments in triplicate to the Federal Aviation Administration (FAA), Transport Airplane Directorate, ANM-114, Attention : Rules Docket No. 98-NM- 222-AD, 1601 Lind Avenue, SW., Renton, Washington 98055-4056. Comments may be inspected at this location between 9:00 a.m. and 3:00 p.m., Monday through Friday, except Federal holidays. The service information referenced in the proposed rule may be obtained from Boeing Commercial Airplane Group, P.O. Box 3707, Seattle, Washington 98124-2207. This information may be examined at the FAA, Transport Airplane Directorate, 1601 Lind Avenue, SW., Renton, Washington. **FOR FURTHER INFORMATION CONTACT:** Jan Risheim, Aerospace Engineer, Airframe Branch, ANM-120S, FAA, Transport Airplane Directorate, Seattle Aircraft Certification Office, 1601 Lind Avenue, SW., Renton, Washington 98055-4056;

Federal Register / Vol.63, n° 216 / Monday, November 9,

telephone (475) 227-1675 ; fax (425) 227-1181.

SUPPLEMENTARY INFORMATION:

Comments Invited

Interested persons are invited to participate in the making of the proposed rule by submitting such written data, views or arguments as they may desire. Communications shall identify the Rules Docket Number and be submitted in triplicate to the address specified above. All communications received on or before the closing date for comments, specified above, will be considered before taking action on the proposed rule. The proposals contained in this notice may be changed in light of the comments received.

Comments are specifically invited on the overall regulatory, economic, environmental, and energy aspects of the proposed rule. All comments submitted will be available, both before and after the closing date for comments, in the Rules Docket for examination by interested persons. A report summarizing each FAA-public contact concerned with the substance of this proposal will be filed in the Rules Docket.

Commenters wishing the FAA to acknowledge receipt of their comments submitted in response to this notice must submit a self-addressed, stamped postcard on which the following statement is made: "Comments to Docket Number 98-NM-222-AD." The postcard will be date stamped and returned to the commenter.

Availability of NPRMs

Any person may obtain a copy of this NPRM by submitting a request to the FAA, Transport Airplane Directorate, ANM-114, Attention : Rules Docket No. 98-NM-222-AD, 1601 Lind Avenue, SW., Renton, Washington 98055-4056.

Discussion

The FAA has received two reports of video monitor ceiling panels falling into the passenger cabin area; these ceiling panels weigh approximately 80 pounds. In both incidents, the cause of the falling video monitor ceiling panels has been attributed to the failure of certain latch assemblies on the subject ceiling panels during turbulence. This condition, if not corrected, could result in ceiling panels falling

into the cabin area, and consequent injury to the crew and passengers.

Explanation of Relevant Service Information

The FAA has reviewed and approved Boeing Alert Service Bulletins 747- 25A3142, dated October 16, 1997, and Revision 1, dated August 6, 1998, which describe procedures for installation of strap assemblies to provide backup support for the ceiling panels with video monitors. Accomplishment of the action specified in the alert service bulletins is intended to adequately address the identified unsafe condition.

Explanation of Requirements of Proposed Rule

Since an unsafe condition has been identified that is likely to exist or develop on other products of this same type design, the proposed AD would require accomplishment of the actions specified in the alert service bulletins described previously, except as discussed below.

Differences Between Proposed Rule and Alert Service Bulletins

Operators should note that, although the alert service bulletins recommend installing the subject strap assemblies at the first maintenance opportunity, the FAA has determined that an unspecified interval would not address the identified unsafe condition in a timely manner. In developing an appropriate compliance time for this AD, the FAA considered not only the manufacturer's recommendation, but the degree of urgency associated with addressing the subject unsafe condition, the average utilization of the affected fleet, and the time necessary to perform the installation (476 hours). In light of all of these factors, the FAA finds a 24-month compliance time for completing the required actions to be warranted, in that it represents an appropriate interval of time allowable for affected airplanes to continue to operate without compromising safety.

Cost Impact

There are approximately 280 airplanes of the affected design in the worldwide fleet. The FAA estimates that 40 airplanes of U.S. registry would be affected by this proposed AD, that it would take approximately 476 work hours per airplane to ac-

complete the proposed installation, and that the average labor rate is \$60 per work hour. Required parts would cost approximately \$9,575 per airplane. Based on these figures, the cost impact of the installation proposed by this AD on U.S. operators is estimated to be \$1,525,400, or \$38,135 per airplane.

The cost impact figure discussed above is based on assumptions that no operator has yet accomplished any of the proposed requirements of this AD action, and that no operator would accomplish those actions in the future if this AD were not adopted.

The FAA recognizes that the proposed installation of strap assemblies would require a large number of work hours to accomplish. However, the 24-month compliance time specified in paragraph (a) of this proposed AD should allow ample time for the installation of strap assemblies to be accomplished simultaneously with scheduled major airplane inspection and maintenance activities, thereby minimizing the costs associated with special airplane scheduling.

Regulatory Impact

The regulations proposed herein would not have substantial direct effects on the States, on the relationship between the national government and the States, or on the distribution of power and responsibilities among the various levels of government. Therefore, in accordance with Executive Order 12866, it is determined that this proposal would not have sufficient federalism implications to warrant the preparation of a Federalism Assessment. For the reasons discussed above, I certify that this proposed regulation (1) is not a "significant regulatory action" under Executive Order 12866; (2) is not a "significant rule" under the DOT Regulatory Policies and Procedures (44 FR 11034, February 26, 1979); and (3) if promulgated, will not have a significant economic impact, positive or negative, on a substantial number of small entities under the criteria of

the Regulatory Flexibility Act. A copy of the draft regulatory evaluation prepared for this action is contained in the Rules Docket. A copy of it may be obtained by contacting the Rules Docket at the location provided under the caption ADDRESSES.

List of Subjects in 14 CFR Part 39

Air transportation, Aircraft, Aviation safety, Safety.

The Proposed Amendment

Accordingly, pursuant to the authority delegated to me by the Administrator, the Federal Aviation Administration proposes to amend part 39 of the Federal Aviation Regulations (14 CFR part 39) as follows:

PART 39-AIRWORTHINESS DIRECTIVES

1. The authority citation for part 39 continues to read as follows:
Authority: 49 U.S.C. 106(g), 40113, 44701.

§39.13 [Amended]

2. Section 39.13 is amended by adding the following new airworthiness directive:

Boeing: Docket 98-NM-222-AD.
Applicability: Model 747-400 series airplanes, as listed in Boeing Alert Service Bulletin 747-25A3142, Revision 1, dated August 6, 1998; certificated in any category.

Note 1: This AD applies to each airplane identified in the preceding applicability provision, regardless of whether it has been modified, altered or repaired in the area subject to the requirements of this AD. For airplanes that have been modified, altered, or at the performance of the requirements of this AD is affected, the owner/operator must request approval for an alternative method of compliance in accordance with paragraph (b) of this AD. The request should include an assessment of the effect of the modification, alteration, or repair on the

unsafe condition addressed by this AD; and, if the unsafe condition has not been eliminated, the request should include specific proposed actions to address it.

Compliance: Required as indicated, unless accomplished previously. To prevent failure of certain latch assemblies on the ceiling panels, which could cause the ceiling panels to fall into the cabin area, and consequent injury to the crew and passengers, accomplish the following:

(a) Within 24 months after the effective date of this AD, install strap assemblies on the ceiling panels and rails that support the video monitors, in accordance with Boeing Alert Service Bulletin 747-25A3142, dated October 16, 1997, or Revision 1, dated August 6, 1998.

(b) An alternative method of compliance or adjustment of the compliance time that provides an acceptable level of safety may be used if approved by the Manager, Seattle Aircraft Certification Office (ACO), FAA, Transport Airplane Directorate. Operators shall submit their requests through an appropriate FAA Principal Maintenance Inspector, who may add comments and then send it to the Manager, Seattle ACO.

Note 2: Information concerning the existence of approved alternative methods of compliance with this AD, if any, may be obtained from the Seattle ACO.

(c) Special flight permits may be issued in accordance with sections 21.197 and 21.199 of the Federal Aviation Regulations (14 CFR 21.197 and 21.199) to operate the airplane to a location where the requirements of this AD can be accomplished.

Issued in Renton, Washington, on November 2, 1993.

Darrell M. Pederson,
Acting Manager, Transport Airplane Directorate, Aircraft Certification Service.

[FR Doc.98-29866 Filed 11-6-98; 8:45 am]

BILLING CODE 4910-13-P

CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS

Le 4 septembre 1996, le Boeing 747 F-GITF effectue le vol Johannesburg - Le Cap. L'après-midi il repart du Cap à destination de Paris via Johannesburg sous le numéro de vol AFR 437. La relève de l'équipage a lieu à l'escale de Johannesburg.

Préparation du vol à Johannesburg

14h02	-	Départ du Cap (bloc, roulage, décollage).
14h15		
15h20	-	Le CdB appelle l'escale Air France de Johannesburg : le radar météorologique de bord est en panne.
15h30		
15h45		Arrivée à l'escale Air France de Johannesburg de l'équipage de relève.
15h45	-	Briefing de l'équipage commercial par le CCP.
16h00		
15h55		Le F-GITF atterrit à Johannesburg.
15h55	-	L'agent d'opérations d'Air France propose au PNT de relève d'aller faire le briefing à l'avion pour libérer rapidement l'équipage arrivant du Cap.
16h00	-	Le mécanicien SAA/FOAM informé de la panne radar par l'équipage alerte la maintenance avionique.
16h15		Les passagers débarquant à Johannesburg quittent l'avion, ceux à destination de Paris restent à bord. Les PNT et PNC embarquent et prennent les consignes de l'équipage venant du Cap. Le PNC est informé d'un problème sur le radar de bord. Il n'y a pas de briefing PNT-PNC.
16h15	-	Discussion sur le dossier de vol et les prévisions météorologiques.
16h30		Après avoir consulté la MEL, le CdB décide de préparer une nouvelle route pour le cas où le dépannage ne pourrait être réalisé.
16h30	-	Les passagers embarquant à Johannesburg montent à bord.
16h45		Les techniciens avionique SAA/FOAM confirment la panne du radar météorologique.
16h30	-	Recherches de SAA/FOAM sur les accords pool avec Air France et sur la dotation d'une antenne d'Air France : pas d'accord pool ni dotation d'antenne.
17h15		
16h40		Retour du CdB et de l'OPL à l'escale, l'OPR demeure à l'avion.
16h40	-	Etude du TEMSI et choix d'une nouvelle route par Luanda - Accra - Gao.
17h00		Le nouveau plan de vol est demandé par le système OCTAVE. Cette route non programmée n'est pas reconnue par le système
17h00		Le CdB téléphone au centre de dispatch de CDG pour que celui-ci établisse le plan de vol. Il demande que les calculs soient réalisés avec une vitesse Mach 0,87 au lieu de Mach 0,85.
17h15		Rappel du responsable du centre de dispatch pour briefing avec le CdB et précision sur les WPT de la nouvelle route.
17h15	-	Le FOAM appelle l'escale Air France pour savoir si une antenne est disponible à l'escale ou la référence de celle montée sur le F-GITF.
17h20		
17h15	-	Le technicien FOAM prépare l'installation pour ouvrir le radôme.
17h40		
17h20		La chef d'escale téléphone au domicile du mécanicien d'Air France en congé. Il est absent.
17h25		A l'avion, à l'heure de départ initialement prévue, le CCP annonce aux passagers un retard dû à une vérification technique.
17h25	-	La chef d'escale téléphone à l'hôtel où loge le mécanicien itinérant. Il est absent,
17h30		elle laisse un message.

17h30	La chef d'escale informe le FOAM qu'elle ne peut joindre le mécanicien.
17h35	Le CdB décide le départ en tolérance technique en accord avec l'OPL. Il prévient l'OPR qui est également d'accord. Il lui indique le carburant à compléter à 140 tonnes et l'heure de départ prévue à 18h15. La chef d'escale avertit le FOAM que le départ est décidé et demande d'arrêter les recherches en vue du dépannage.
17h40 17h45	- Un ingénieur SAA se rend à l'avion, demande au technicien en train d'ouvrir le radôme, plate-forme en place, d'attendre. Il monte au cockpit et voit l'OPR qui lui confirme le départ en tolérance technique. L'ingénieur donne l'ordre au technicien de refermer le radôme.
	Arrivée du plan de vol établi par le Dispatch de CDG.
17h40 17h50	- Le mécanicien itinérant appelle la chef d'escale qui l'informe de la situation. Il confirme l'absence d'antenne à l'escale : il faut l'emprunter hors pool auprès de SAA. Il propose de se rendre à l'aéroport. Le mécanicien s'entretient avec le CdB et lui fait part de sa réserve sur le départ en tolérance technique. Le CdB refuse sa proposition de se rendre à l'aéroport. Le CdB maintient le départ en tolérance technique. Il retourne à l'avion avec l'OPL.
17h45 18h00	- Les opérations de maintenance sont achevées. La proposition de tolérance technique est portée au CRM. L'opération de complément carburant s'achève. Le CCP informe les passagers qu'une nouvelle route doit être prise à cause du mauvais temps régnant sur la route habituelle.
18h00	Arrivée du CdB et de l'OPL à l'avion. L'OPL effectue la visite prévol extérieure. Le CdB accepte la tolérance technique portée au CRM.
18h00 18h15	- Avant le roulage, le CdB annonce aux passagers que le problème est réglé mais que la route a dû être modifiée. Le temps de vol sera plus long et l'arrivée à CDG est prévue à 05h15 au lieu de 04 h.
18h29	Décollage de Johannesburg.

Le vol du départ à l'événement

18h29 - 18h45	Montée au niveau 310. L'OPR est pilote en fonction. L'OPL va se reposer. Vitesse de croisière : Mach 0,88.
18h45 - 20h45	Services de l'apéritif et du repas aux passagers.
20h45	L'avion survole l'Angola. Le CdB allume préventivement la consigne n°1 "fasten seat belts". Le CCP effectue l'annonce correspondante en cabine.
20h45 - 21h00	Début de projection du film en zones "Tempo". Préparation des tours de veille pour la moitié des PNC, l'autre moitié allant se reposer.
21h00	Peu avant Luanda, l'avion atteint le niveau 350, vitesse MACH 0,88.
22h40	L'avion vient de passer Sao Tome. Fin du repos de l'OPL. Le CdB lui laisse son siège pour aller se reposer. L'OPR demeure PF en place droite et prend le commandement.
22h48 - 23h02	Le PNF interroge l'ACARS et reçoit les TAFOR demandés au voisinage de la route sur l'Afrique occidentale : probabilité de 30% d'orage.
23h18	L'avion passe le point KEVSA, se dirigeant vers Accra.
23h35 - 23h47	L'avion survole Accra. La projection du film est terminée, de nombreux passagers dorment.
23h55 - 00h10	Le CCP fait réveiller les PNC au poste de repos. La deuxième équipe de PNC, dont le CCP, monte au poste de repos.
00h00 - 00h05	L'avion survole Tamale. L'équipage dit observer des éclairs à basse altitude, l'un d'eux précise une "zone orageuse".

00h10 - 00h18	<p>Un passager et des PNC disent observer des éclairs autour de l'avion. L'OPL effectue une réduction de vitesse à Mach 0,85 et enclenche l'allumage continu des réacteurs.</p> <p>Premières turbulences devenant rapidement modérées.</p> <p>L'avion est entré dans la TMA de Ouagadougou depuis plus de deux minutes. L'OPR contacte le contrôle d'approche.</p> <p>Il demande les conditions météorologiques sur la région.</p> <p>Le contrôleur signale de l'orage à l'est et au nord-est du terrain.</p>
00h18 - 00h20	Affaiblissement des turbulences et accalmie de deux minutes.
00h20 - 00h22	<p>D'après le FDR l'avion arrive à 35 NM de Ouagadougou, au cap 358° puis progressivement 350° à 00 h 21 min 30, brièvement 340° pour revenir à 350° vingt-quatre secondes plus tard.</p> <p>Allumage de la consigne n°2 "Défense de fumer". Une hôtesse a le temps de faire une annonce et les turbulences extrêmes se déclenchent (00 h 21 min 50).</p> <p>Le facteur de charge subi par l'avion passe de +1,5 à -1,15 puis à +2,09 en 5 secondes.</p> <p>Une pointe de vitesse à Mach 0,95 est enregistrée. La vitesse verticale fluctue en dehors de la plage d'enregistrement (-3000 et +3000 ft/min, mais la variation d'altitude est limitée à 700 pieds.</p> <p>Le pilote automatique se déconnecte à 00 h 21 min 58.</p> <p>Deux chutes de grêle frappent l'avion, il est entouré d'éclairs que des personnes à bord ont qualifiés de "phénoménaux".</p>
00h22 - 00h27	<p>Le pilote automatique est réactivé à 00 h 22 min 18.</p> <p>Le manche est bloqué légèrement en arrière.</p> <p>Persistance des turbulences fortes puis amortissement.</p>
00h25 - 00h35	<p>Vérification machine effectuée par l'OPR et l'OPL rejoints par le CdB.</p> <p>L'équipage technique ne rend pas compte de l'événement au contrôleur de Ouagadougou.</p> <p>L'équipage demande le niveau 370 mais reste au FL 350.</p> <p>Le contrôleur demande le changement de niveau vers le 370.</p> <p>L'équipage poursuit cependant vers Gao au niveau 350 à Mach M 0,85.</p> <p>Constatation des dommages matériels et corporels par les PNC.</p>

Poursuite du vol et déroutement sur Marseille

00h36 - 00h50	<p>L'équipage appelle le contrôle de Niamey sur 131,3 MHz. Il établit le contact à 00 h 42 et rend compte de l'événement.</p> <p>La demande de rester au niveau 350 est rejetée par le contrôle à cause du trafic.</p> <p>L'équipage entreprend la descente vers le niveau 330 à 100 ft/min puis 200 ft/min à cause du manche bloqué en arrière.</p> <p>Le manche se libère brusquement lorsque le panneau qui bloquait un câble de gouverne est retiré par le CdB.</p>
00h40 - 02h00	Premiers soins dispensés par les PNC et deux passagers médecins .
00h54	<p>Survol de Gao.</p> <p>L'équipage lance un message PAN PAN PAN sur la fréquence d'auto-information 126,9 MHz à l'intention d'un vol Lufthansa convergent vers In Salah, et lui demande en vain de changer de niveau.</p>
01h00 - 01h20	<p>Le CdB revient au cockpit et prend les commandes.</p> <p>L'OPR lance un "MAYDAY" sur la fréquence de veille pour inciter, toujours en vain, le vol Lufthansa à changer de niveau.</p>
01h18 - 01h20	L'équipage d'un DC10 croisant au sud-est de OUA signale au contrôle de Niamey qu'il s'écarte de sa route sud-nord (Accra-Gao) pour éviter des cumulonimbus, puis qu'il a des problèmes et rappellera...
01h20 - 01h31	Survol de Tessalit, en route sur In Salah.

	<p>Contact sur la fréquence commune 8894 kHz avec les CCR de Niamey et d'Alger pour lancer le MAYDAY et demander une route directe sur Alger - Martigues pour un atterrissage à Marseille.</p> <p>Dans l'intervalle le CCR d'Alger demande en vain au vol Lufthansa de quitter le niveau 330. Les réponses sont incompréhensibles.</p> <p>Le vol AFR 437 reçoit une clairance directe sur Ghardaïa.</p>
01h20 - 02h00	<p>Par liaison SATCOM, le CdB informe DT.HU à CDG de l'événement et de ses conséquences. Le déroutement est envisagé.</p> <p>Les conditions météorologiques de divers terrains de déroutement sont demandées : Alger, Tunis, Marseille.</p> <p>Le déroutement sur Marseille est privilégié.</p>
01h52 - 02h00	<p>En liaison téléphonique avec le CCR d'Aix-en-Provence, le chef d'escale Air France de Marseille fait part du déroutement possible de l'AFR 437.</p> <p>Liaison téléphonique entre les CCR d'Aix et d'Alger. Confirmation que le déroutement du vol AFR 437 sur Marseille est prévu.</p>
02h12 - 02h15	<p>Passage travers In Salah.</p> <p>Un médecin et le CdB dialoguent avec le SAMU de Paris appelé par liaison satellite.</p> <p>Du dernier contact avec le SAMU il ressort qu'un des blessés peut supporter encore trois heures de vol mais pas quatre.</p>
02h51 - 03h00	<p>Survol de Ghardaïa.</p> <p>Liaison téléphonique entre les CCR d'Alger et d'Aix pour assurer une route directe sur Marseille si le déroutement se confirme.</p> <p>Le blessé grave entre dans le coma. Le CdB décide le déroutement.</p>
03h15 - 03h17	<p>Survol de Bou Saada.</p> <p>La décision du déroutement sur Marseille est communiquée au CCR d'Alger qui la transmet au CCR d'Aix.</p> <p>Le CCR d'Alger confirme à l'équipage une route directe sur Marseille.</p>
03h15 - 04h15	<p>Communications entre divers organismes de Marseille (CCR d'Aix, Marseille Tour, bureau de piste et SSIS) pour préparer l'arrivée prévue à 4 h 30.</p>
03h44	<p>Passage de la limite entre les FIR d'Alger et d'Aix.</p> <p>Fin des radiocommunications avec Alger.</p>
03h45 - 04h08	<p>Contact avec Marseille Contrôle sur 133,425 MHz, puis sur la fréquence isolée 133,325 MHz pour préparer l'arrivée.</p> <p>Brève information sur l'événement à la demande de Marseille Contrôle pour la notification officielle de l'événement aux autorités françaises.</p> <p>Transfert sur Marseille Approche sur 120,2 MHz.</p>
04h08-04h24	<p>Liaison permanente avec Marseille Approche pour guidage et préparation de l'atterrissage.</p>
04h34-04h35	<p>Atterrissage et fin de liaison avec l'approche.</p>
04h35-04h40	<p>Contact avec Marseille Sol sur 121,9 MHz pour le roulage et le parcage.</p> <p>Convoi "flyco" et assistance SSIS jusqu'à l'arrêt au parc B 23.</p>