

Bureau Enquêtes-Accidents



R A P P O R T

*relatif à l'incident grave
survenu le 23 novembre 1997
en approche à Orly (94)
au Mac Donnel Douglas MD83
immatriculé F-GRMC
exploité par AOM Minerve S.A.*

F-MC971123

AVERTISSEMENT

Ce rapport exprime les conclusions du Bureau Enquêtes-Accidents sur les circonstances et les causes de cet incident grave.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, à la Directive Européenne 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.

AVERTISSEMENT	1
GLOSSAIRE.....	4
SYNOPSIS.....	7
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	8
1.1 Déroulement du vol.....	8
1.2 Tués et blessés	10
1.3 Dommages à l'aéronef	10
1.4 Autres dommages	10
1.5 Renseignements sur le personnel	10
1.5.1 Personnel navigant technique	10
1.5.2 Contrôleur tour en poste LOC.....	14
1.6 Renseignements sur l'aéronef.....	14
1.7 Renseignements météorologiques	17
1.7.1 Situation générale	17
1.7.2 Dossier de vol remis à l'équipage	17
1.7.3 METAR et TAF de onze heures.....	18
1.7.4 Informations météorologiques reçues en vol	18
1.7.5 Conditions météorologiques sur Orly lors de l'approche.....	19
1.7.6 Visibilité en piste 07 à Orly lors de l'approche.....	19
1.7.7 Visibilités en pistes 07 et 26 à Orly lors de l'approche du vol précédent.....	20
1.8 Aides à la navigation.....	21
1.9 Télécommunications.....	21
1.9.1 Enregistrement des radiocommunications	21
1.9.2 Enregistrement Radar	24
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	25
1.11 Enregistreurs de bord	26
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	28
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	28
1.14 Incendie	28
1.15 Questions relatives à la survie des occupants.....	28
1.16 Essais et recherches	28
1.16.1 Avertisseur de proximité du sol	28
1.16.2 Simulations MSAW	29
1.16.3 Simulations sur simulateur de vol.....	31

1.16.4 Calcul des heures de vol des OPL en AEL	33
1.16.5 Fatigue, charge de travail et ergonomie	34
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	35
1.17.1 La compagnie AOM Minerve S.A.	35
1.17.2 La Direction de l'Aviation Civile Nord	36
1.18 Renseignements supplémentaires	37
1.18.1 AOM Minerve S.A.	37
1.18.2 Exploitation de la Circulation Aérienne à Orly.....	39
1.18.3 Météo-France.....	41
1.18.4 Témoignages	42
1.18.5 Informations techniques relatives au MD83	46
2 - ANALYSE DE L'INCIDENT.....	51
2.1 Scénario de l'incident	51
2.2 Actions du CdB	57
2.3 Comportement de l'équipage	58
2.4 Heures de vol de l'équipage	58
2.5 Fatigue du CdB	59
2.6 Formation de l'équipage.....	60
2.7 Ergonomie du poste et comportement de l'avion.....	60
2.8 Actions du contrôleur	61
2.9 Tutelle de la compagnie.....	62
2.10 Informations météorologiques lors de la préparation du vol	62
2.11 Utilisation des minima lors d'une approche de précision	62
2.12 Cartes utilisées en vol.....	63
2.13 Enregistreurs de bord	63
2.14 Notification des incidents.....	64
3 - CONCLUSIONS	65
3.1 Faits établis	65
3.2 Causes de l'incident.....	66
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	67
COMMENTAIRES DU NTSB	74

GLOSSAIRE

ABRÉVIATIONS

ADF

ADI

AEL

AIP

AOL

ATIS

BITE

CAWS

CENA

CdB

CRA

CRM

CTA

DA

DAC

DFDAU

DFGS

DME

EFIS

FL

FGCP

FMA

GPWS

GSAC

HSI

IAC

IAF

IFR

ILS

kt

LAA

LVP

DEFINITIONS

Automatic Direction Finder - Radiogoniomètre automatique

Attitude Director Indicator - Indicateur directeur d'attitude

Adaptation En Ligne

Aeronautical Information Publication - Publication d'information Aéronautique

All Operator Letter - Lettre service aux exploitants

Automatic Terminal Information Service - Service automatique d'information de région terminale

Built In Test Equipment - Mémoire non volatile

Central Aural Warning System -

Centre d'Etudes de la Navigation Aérienne

Commandant de Bord

Compte Rendu d'Activité

Crew Resource Management – Gestion des ressources de l'équipage

Certificat de Transporteur Aérien

Decision Altitude - Altitude de décision

Direction de l'Aviation Civile

Digital Flight Data Acquisition Unit -

Digital Flight Guidance System -

Distance Measuring Equipment - Dispositif de mesure de distance

Electronic Flight Instrument System -

Flight Level - Niveau de vol

Flight Guidance Control Panel -

Flight Mode Announcement - annonciateur de mode

Ground Proximity Warning System - Avertisseur de proximité du sol

Groupement pour la Sécurité de l'Aviation Civile

Horizontal Situation Indicator - Indicateur de situation horizontale

Instrument Approach chart - Carte d'approche aux instruments

Initial Approach Fix - Repère d'approche initiale

Instrument Flight Rules - Règles de vol aux instruments

Instrument Landing System - Système d'atterrissement aux instruments

Noëuds

Laboratoire d'Anthropologie Appliquée

Low Visibility Procedure - Procédure de faible visibilité

ABRÉVIATIONS

DEFINITIONS

METAR	Message d'observation météorologique régulière pour l'aviation
MSAW	Minimum Safe Altitude Warning - Système d'alerte d'altitude minimale de sécurité
NM	Mille marin
NOTAM	Notice to Airmen - Avis aux navigateurs aériens
OPL	Officier Pilote de Ligne
OCV	Organisme du Contrôle en Vol
OM	Outer Marker - Radioborne extérieure
OMM	Organisation Mondiale de la Météorologie
PA	Pilote Automatique
PF	Pilote en Fonction
PFD	Primary Flight Display
PNF	Pilote Non en Fonction
P/N	Part Number - Référence de pièce
PNC	Equipage de cabine
PNT	Equipage de conduite
QAR	Quick Access Recorder - Enregistreur de maintenance
QFU	Orientation magnétique de la piste (en dizaines de degrés)
QNH	Calage altimétrique faisant indiquer au sol, l'altitude de l'aérodrome
RVR	Runway Visual Range – Portée visuelle de piste
SIGMET	Significant Meteorological Message - message de phénomènes météorologiques en route spécifiés
S/N	Serial Number - Numéro de série
SPECI	Message d'observation spéciale
TAF	Message de Prévision d'aérodrome
TCAS	Traffic alert and Collision Avoidance System - Système embarqué d'évitement des collisions
TMA	Terminal Control Area - Zone de contrôle terminale
TOP	Certificat Transocéanique Polaire
TRI	Thrust Rating Indicator -
VMC	Visual Meteorological Conditions - Conditions météorologiques de vol à vue
VOR	VHF Omnidirectional Radio Range - Radiophare omnidirectionnel VHF

DECLENCHEMENT DE L'ENQUETE

AOM Minerve S.A. a informé de l'événement l'enquêteur de permanence du BEA le jeudi 27 novembre 1997 vers 16 heures, soit quatre jours après l'incident. Une enquête a alors été déclenchée.

ORGANISATION DE L'ENQUETE

Un Enquêteur Désigné et un Enquêteur Désigné adjoint ont dirigé l'enquête.

L'équipe du Bureau Enquêtes-Accidents était assistée de correspondants :

- d'AOM Minerve S.A.
- d'ADP
- de la DGAC, (SFACT E-EP, DAC Nord, OCV et CENA)
- de Météo-France

Un représentant accrédité du NTSB et ses conseillers techniques de la FAA et de Boeing, Douglas Product Division ont participé à l'enquête.

Certains travaux ont été effectuées par :

- le Laboratoire d'Anthropologie Appliquée (Paris VI^{ème})
- Raytheon, division simulateur de vol MD83, Grande Bretagne
- Allied Signal.

SYNOPSIS

Date de l'incident

Le 23 novembre 1997
à 12 h 32¹

Lieu de l'incident

Axe d'approche de
la piste 07 à Orly (94)

Nature du vol

Transport public
Vol intérieur régulier IW68
Marseille - Paris

Aéronef

Mac Donnel Douglas MD83
immatriculé F-GRMC

Propriétaire

Orix Altair Corporation
World trade center
bul 4-1-Hamamatsu-Cho
2-Chome Minato-Ku
Tokyo

Exploitant

AOM Minerve S.A.

Personnes à bord

3 PNT
4 PNC
131 passagers

~~~~~

### Résumé

En approche finale ILS, le commandant de bord effectue une remise de gaz en IMC alors que l'avion passe la radioborne extérieure. La hauteur radiosonde minimale pendant la remise de gaz est de soixante-sept pieds.

### Conséquences

|           | PERSONNES |         |          | MATÉRIEL | TIERS |
|-----------|-----------|---------|----------|----------|-------|
|           | TUÉS      | BLESSÉS | INDEMNES |          |       |
| ÉQUIPAGE  | -         | -       | 7        | -        | -     |
| PASSAGERS | -         | -       | 131      |          |       |

<sup>1</sup> sauf précision contraire les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter une heure pour obtenir l'heure légale en vigueur le jour de l'incident.

# 1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

## 1.1 Déroulement du vol

Le déroulement du vol intérieur régulier IW 68 de la compagnie AOM Minerve S.A. a été établi à partir des documents de vol, des données enregistrées et des témoignages.

Le dimanche 23 novembre 1997, l'équipage effectue les étapes Toulon-Orly-Marseille. La veille, il avait effectué les étapes Orly-Nice-Orly-Toulon. Il est constitué d'un commandant de bord (CdB) instructeur et de deux officiers pilote de ligne (OPL) en adaptation en ligne (AEL). Les deux OPL en AEL occupent à tour de rôle le siège copilote et le siège observateur.

L'avion, un MD83 immatriculé F-GRMC, se pose à Marseille à 10 h 35. Pendant la préparation du vol Marseille-Orly, l'équipage reçoit un dossier météorologique. Le terrain de dégagement est Paris Charles de Gaulle. Selon le dossier de vol, l'aéronef emporte 20 000 livres de carburant. Le CdB indique avoir pris une réserve de carburant suffisante pour revenir dans le sud de la France au cas où les conditions météorologiques ne permettraient pas l'atterrissement à Orly ou à Charles de Gaulle.

A 11 h 25, l'avion décolle avec 131 passagers et 7 membres d'équipage. Le copilote est pilote en fonction. Le vol d'indicatif radio 068ZO se déroule sans événement remarquable jusqu'à la préparation de l'approche sur Orly. L'automanette et le pilote automatique 2 sont connectés pendant tout le vol.

L'équipage prépare les approches de précision de catégorie I, II et III pour les pistes 07 et 26 d'Orly. A 11 h 53, Paris Contrôle annonce une RVR de 400 mètres en piste 07. A 12 h 07 le CdB devient pilote en fonction. A 12 h 14 min 43 s, l'équipage contacte Orly Approche qui annonce une RVR de 500 mètres.

A 12 h 26 min 23 s, le CdB affiche sur le panneau VHF NAV 1(à gauche) l'axe ILS 258° au lieu de l'axe de percée 065°. Le copilote ne vérifie pas l'affichage.

A 12 h 28 min 33 s, le CdB arme le mode d'atterrissement automatique "autoland".

A 12 h 29 min 34 s, Orly Approche termine le guidage radar et transfère l'avion au contrôleur tour à l'altitude de 3 000 pieds, une vitesse demandée de 160 kt, au cap 020° pour l'interception de l'ILS de la piste 07.

Le copilote avait sélectionné l'axe 065° du VOR OL. Il annonce que l'avion traverse cet axe. A 12 h 29 min 43 s, le mode "localizer capture" apparaît sur le panneau annonciateur de modes automatiques (FMA). Le CdB annonce "loc capture heading QFU" et, en regardant le HSI, ramène par erreur l'indicateur de cap sur la queue de la barre de l'ILS. Il indiquera qu'il pensait à cet instant avoir ramené l'indicateur de cap sur la flèche de la barre. Il s'aperçoit alors que le cap indique 078° alors qu'il attend le QFU de la piste 07, à savoir 065°.

A 12 h 29 min 53 s, Orly Tour annonce une RVR de 400 mètres.

Par la suite, le CdB n'annonce pas ses actions sur les systèmes automatiques.

A 12 h 29 min 59 s, le CdB active le mode "heading select" au cap 060° au DFGS. A 12 h 30 min 01 s, il arme le mode "ILS". A 12 h 30 min 03 s, le mode "localizer capture" apparaît à nouveau sur le FMA. A 12 h 30 min 07 s, le CdB sélectionne à nouveau le mode "heading select" au même cap 060. Le cap augmente progressivement. Le CdB demande la sortie du train.

A 12 h 30 min 20 s, l'aéronef passe au-dessus du plan d'approche. A 12 h 30 min 29 s, le CdB arme le mode "ILS". A 12 h 30 min 40 s, il arme le mode "autoland", affiche sans l'armer une altitude de 2 000 pieds, sélectionne un taux de descente de l'ordre de 2 300 ft/min et un cap de 090°.

L'avion revient vers l'axe d'approche et descend en ciel clair.

Le CdB réalise alors qu'il a affiché un axe ILS de 258° au lieu de 065° et corrige son erreur. Peu de temps après, Orly Tour indique que l'aéronef se trouve à 1,5 NM au nord de l'axe.

Les volets sont sortis à 40° et le CdB sélectionne la vitesse d'approche finale. Pendant ce temps, l'avion passe sous le plan de descente. Puis, avec l'autorisation du CdB, le copilote affiche la fréquence de l'ILS en place droite, à la place du VOR OL.

A partir de 12 h 31 min 26 s, à une hauteur radiosonde de 916 pieds, l'alarme "Glideslope" du GPWS est enregistrée par le QAR. L'aéronef rentre dans le brouillard à cet instant ou dans les quelques secondes qui suivent. Pendant la descente, le copilote voit la barre du radiophare d'alignement de descente en butée haute et annonce deux fois "glide". A 12 h 31 min 28 s, le CdB déconnecte le pilote automatique.

A une hauteur radiosonde de 783 pieds, l'alarme "Terrain" est enregistrée pendant deux secondes par le QAR. L'alarme "Glideslope" reprend dès la fin de l'alarme "Terrain".

Le CdB essaye d'amener l'aéronef sur l'axe d'approche. A 12 h 31 min 43 s, le mode "localizer capture" apparaît à nouveau sur le FMA. A 12 h 31 min 49 s, le CdB connecte à nouveau le pilote automatique, à une hauteur radiosonde de 415 pieds. Puis il arme le mode "autoland".

A une hauteur radiosonde de 279 pieds, l'alarme "Terrain" est de nouveau enregistrée pendant neuf secondes.

A 12 h 31 min 56 s, le CdB déconnecte le pilote automatique et débute une remise de gaz. A ce moment, la hauteur radiosonde est de 200 pieds environ. A 12 h 32 min 09 s, la hauteur minimale radiosonde de 67 pieds et le signal de la radioborne extérieure sont enregistrés. Le copilote indiquera avoir vu le sol et avoir lu une hauteur radiosonde de 50 pieds environ.

La suite de la remise de gaz et le tour de piste se déroulent sous guidage radar. L'atterrissement s'effectue en mode "autoland". L'aéronef se pose à 12 h 45.

## 1.2 Tués et blessés

Sans objet.

## 1.3 Dommages à l'aéronef

Il n'y a aucun dommage à l'aéronef.

## 1.4 Autres dommages

Sans objet.

## 1.5 Renseignements sur le personnel

### 1.5.1 Personnel navigant technique

#### 1.5.1.1 Commandant de bord

- Homme, 52 ans.
- Brevets et licences
  - Brevet de pilote professionnel du 25 février 1971.
  - Brevet de pilote professionnel de première classe du 14 février 1974.
  - Brevet de pilote de ligne avec certificat transocéanique et polaire (TOP) du 17 janvier 1990, licence valide jusqu'au 30 avril 1998.
  - Dernière visite médicale effectuée au CPEMPN (Paris) le 31 octobre 1997.
- Qualifications
  - Qualifié successivement sur MS733, ND26, C337, PA23, PA34, BE80, BE58, BN2, C310, FK27, DC8, DC8/70, MD80, FA22/27, B737-300/400/500 et B737-200.
  - Qualifié depuis le 30 avril 1991 sur MD83.
  - Qualification Approche de précision de catégorie I réduite du 10 mars 1995.
  - Qualifications Approches de précision de catégorie II et III du 4 septembre 1995.
  - Stage de maintien des compétences Minimums Opérationnels du 28 juillet 1997.
  - Stage de maintien et actualisation des compétences du 10 octobre 1996.
  - Stage de Rattrapage Facteur Humain en mai 1996.
  - Stage CRM instructeur les 8 et 9 avril 1997.
  - Stage CRM classique le 27 août 1997.
  - Contrôle en ligne le 14 octobre 1997.
  - Contrôle hors ligne le 17 janvier 1997.
  - Qualification d'instructeur pilote de ligne du 30 novembre 1992 valide jusqu'au 31 mars 1999.

- Carrière aéronautique
  - Instructeur à l'aéro-club UTA de février 1971 à mai 1973.
  - Responsable technique et chef pilote BE58 et BE90 à Thalass Air Quiberon de mars 1974 à octobre 1974.
  - Commandant de bord ND26 et OPL FK27 à Lina Congo de décembre 1974 à juin 1975.
  - Commandant de bord FK27 à S.F.A.H. (Nouméa) de juillet 1975 à octobre 1976.
  - OPL DC8/63 à Air Zaïre de décembre 1977 à octobre 1978.
  - Commandant de bord DC8 à African Safari Airways d'octobre 1978 à mars 1991.
  - Commandant de bord MD83 à Jet Alsace/Trans Alsace (Bâle) de mai 1991 à juin 1994, instructeur à partir de novembre 1992 et chef de secteur MD83 à partir de mai 1993.
  - Commandant de bord, instructeur B737/200 à Air Pacific d'octobre 1994 à décembre 1994.
  - Commandant de bord B737 à E.B.A. de janvier à février 1995.
  - Commandant de bord, instructeur B737/200 à Air Pacific de novembre à décembre 1995.
  - Commandant de bord MD83 chez AOM Minerve S.A. depuis le 1<sup>er</sup> mars 1995 sous contrat à durée indéterminée.
  - Détaché chez Air Toulouse sur B737 en septembre 1996 et janvier 1997.
  
- Expérience
 

Les heures de vol suivantes ont été fournies par AOM Minerve S.A. et confirmées par le CdB.

  - Heures de vol totales : 17 800
  - Comme commandant de bord : 10 000
  - Comme commandant de bord sur MD83 : 3 000
  - Heures de vol dans les 6 derniers mois : 548
  - Heures de vol dans les 3 derniers mois : 290
  - Heures de vol dans les trente derniers jours : 115
  - Heures de vol comme instructeur en aéro-club : 2 500 à 3 000
  - Heures de vol comme instructeur sol/simu : environ 600
  
- OPL formés : 20 à 30 copilotes
- Contrôleur chez Air Méditerranée pour l'obtention de la qualification de type B737 jusqu'à avril 1997.
- Temps de vol dans l'année précédent l'incident : voir annexe 1.

### **1.5.1.2 Copilote en AEL**

- Homme, 30 ans.
- Brevets et licences
  - Brevet de pilote professionnel du 15 mai 1991, licence valide jusqu'au 31 octobre 1998.
  - Épreuve pratique du Certificat de Transport Aérien du 10 septembre 1993.
  - Certificat facteurs humains délivré le 21 janvier 1997.
  - PL théorique en mars 1992 valide jusqu'à juin 2004
  - Dernière visite médicale effectuée au CPEMPN (Paris) le 3 octobre 1997.
- Qualifications
  - Qualification IFR du 15 mai 1991 valide jusqu'au 30 juin 1998.
  - Qualifications de type sur BE90, équivalence BE100 et BE200.
  - Qualification de type MD83 le 14 novembre 1997 (première QT JAR25).
  - A l'issue de sa qualification de type, il était autorisé à entreprendre des atterrissages en catégorie I réduite.
- Carrière aéronautique
  - OPL sur BE90 chez Oyonnair, puis OPL sur BE200 chez Transport Air Centre pour effectuer des vols à la demande de juin 1991 à juin 1992.
  - Entre en janvier 1993 chez AOM Minerve S.A. comme superviseur trafic jusqu'à sa mise en stage MD83 le 6 octobre 1997.
  - Sous contrat à durée indéterminée chez AOM Minerve S.A.
- Formation
  - Le copilote en AEL a suivi le programme de formation homologué 7.18.90 SFACT PFE du 16 septembre 1997.
  - Il a effectué toutes les séances de simulation sur un simulateur de MD83 à instrumentation électro-mécanique.
  - Il a effectué les huit premiers vols d'adaptation en ligne avec un OPL de renfort.
- Expérience

Les heures de vol suivantes sont tirées du carnet de vol du copilote en AEL et se terminent à la fin de vol de l'incident.

  - Heures de vol totales : 490 h 44
  - Heures de vol comme CdB : 235 h 46
  - Heures de vol multimoteurs : 167 h 59 dont 28 h 33 comme CdB
  - Heures de vol dans les trente derniers jours : 52 h de simulateur de vol et les vols décrits dans le tableau en annexe 3.

Remarque : Les heures de vol tirées du Compte Rendu d'Activité d'AOM Minerve S.A.(CRA) que l'on trouve dans le tableau en annexe 1 sont différentes. Les heures de vol réellement effectuées sont calculées au chapitre 1.16 "Essais et recherches".

### **1.5.1.3 OPL en AEL en siège observateur**

- Femme, 25 ans.
- Brevets et licences
  - Brevet de pilote professionnel du 5 février 1996, licence valide jusqu'au 30 septembre 1998.
  - Certificats pour l'obtention du Brevet de Pilote de Ligne : T en septembre 1994, puis Météo, R, EB, EA, FH en septembre 1996, anglais du PL en mars 1997.
  - N'a pas encore obtenu les certificats suivants : NAV, TOP et DA.
  - Dernière visite médicale au CEMPN de Toulouse le 18 septembre 1997.
- Qualifications
  - Qualification IFR du 22 octobre 1996 valide jusqu'au 28 février 1998.
  - Qualifications de type sur B737-500 le 28 février 1997 (première QT JAR25 et équivalence B737-300 et 400) et SAAB 2000 le 30 mai 1997.
  - Qualification de type MD83 le 14 novembre 1997.
  - A l'issue de sa qualification de type, elle était autorisée à entreprendre des atterrissages en catégorie I réduite.
- Carrière aéronautique
  - OPL sur SAAB 2000 chez Régional Airlines à compter d'avril 1997.
  - Dans ce contexte, elle a effectué quatre vols en siège observateur comme équipage supplémentaire. La fonction équipage supplémentaire consiste à renforcer l'équipage pendant les premiers vols d'adaptation en ligne de copilotes en AEL.
  - Sous contrat à durée indéterminée chez AOM Minerve S.A. depuis le 6 octobre 1997, début du stage MD83.
- Formation
  - L'OPL en AEL a suivi le programme de formation homologué 7.18.90 du SFACT PFE du 16 septembre 1997. Elle a effectué toutes les séances de simulation sur un simulateur de MD83 à instrumentation électro-mécanique.
  - Seul son premier vol d'adaptation en ligne a été effectué avec un OPL de renfort.
- Expérience
 

Les heures de vol suivantes sont tirées du carnet de vol de la copilote en AEL et se terminent à la fin de vol de l'incident.

  - Heures de vol totales : 602 h 45
  - Heures de vol comme CdB : 152 h 17
  - Heures de vol multimoteurs : 335 h 22 dont 2 h 15 comme CdB
  - Heures de vol dans les trente derniers jours : 52 h de simulateur de vol et les vols décrits dans le tableau en annexe 1.

Remarque : Les heures de vol tirées du CRA d'AOM Minerve S.A. que l'on trouve dans le tableau en annexe 3 sont différentes. Les heures de vol réellement effectuées sont calculées au chapitre 1.16 "Essais et recherches".

## **1.5.2 Contrôleur tour en poste LOC**

- Femme, 42 ans.
- Qualifications :
  - Premier Contrôleur, valide jusqu'au 31 décembre 1999,
  - Chef d'Equipe.
- Aptitude médicale jusqu'au 14 février 1999.
- Qualifiée pour tenir le poste LOC.

## **1.6 Renseignements sur l'aéronef**

L'aéronef était en état de navigabilité. Il était équipé pour effectuer des approches de précision de catégorie III. Il n'y avait pas de tolérance technique pour ce vol.

L'aéronef a effectué sans problème une approche automatique à Orly quelques minutes après l'incident. Un mois après l'incident, il continuait de voler sans problème connu.

### **Cellule**

- Constructeur : Mc Donnel Douglas (USA)
- Type : DC 9-83 (MD83)
- N° de série : 53466
- Immatriculation : F-GRMC
- Mis en service le 23 décembre 1994.
- Certificat de navigabilité du 23 décembre 1994, renouvelé le 4 décembre 1997 jusqu'au 22 décembre 2000.
- Utilisation à la date du 23 novembre 1997 : 7104 heures, 5628 cycles
- Depuis dernière révision générale du 14 octobre 1997 : 287 heures, 239 cycles.

### **Moteurs**

- Constructeur : Pratt et Whitney (USA).
- Type : JT8D-219.

### **Équipements de bord**

- L'aéronef est équipé d'EFIS (système de visualisation électronique des informations de vol). Sur les panneaux instrumentaux de chaque pilote, on trouve deux écrans de visualisation PFD (Primary Flight Display) et ND (Navigation Display), et un panneau annonciateur de mode FMA. Les modes armés au FMA sont de couleur ambre et les autres modes sont de couleur verte (modes automanette, roulis et tangage).

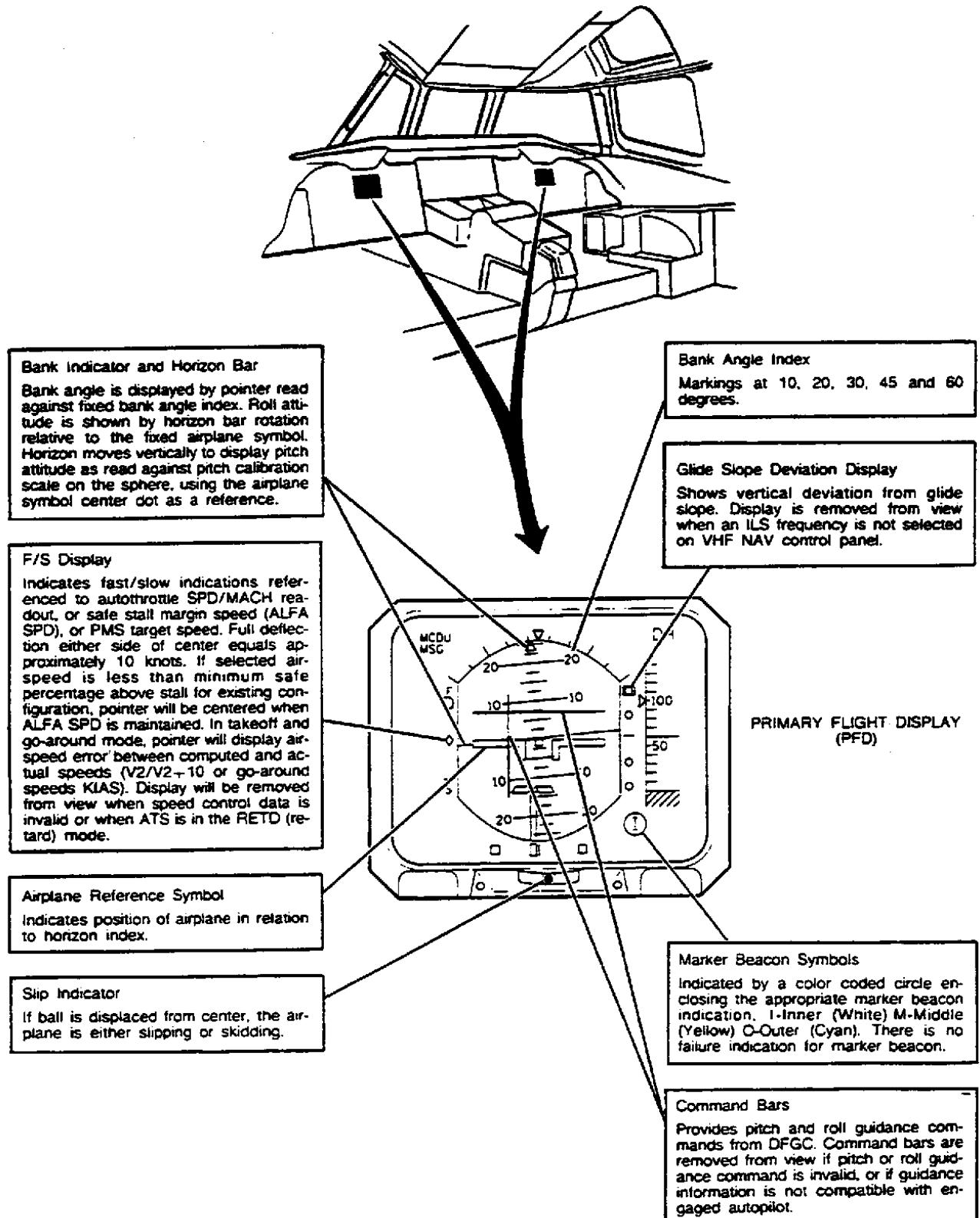


Figure 1 - Description du PFD d'après le manuel d'exploitation

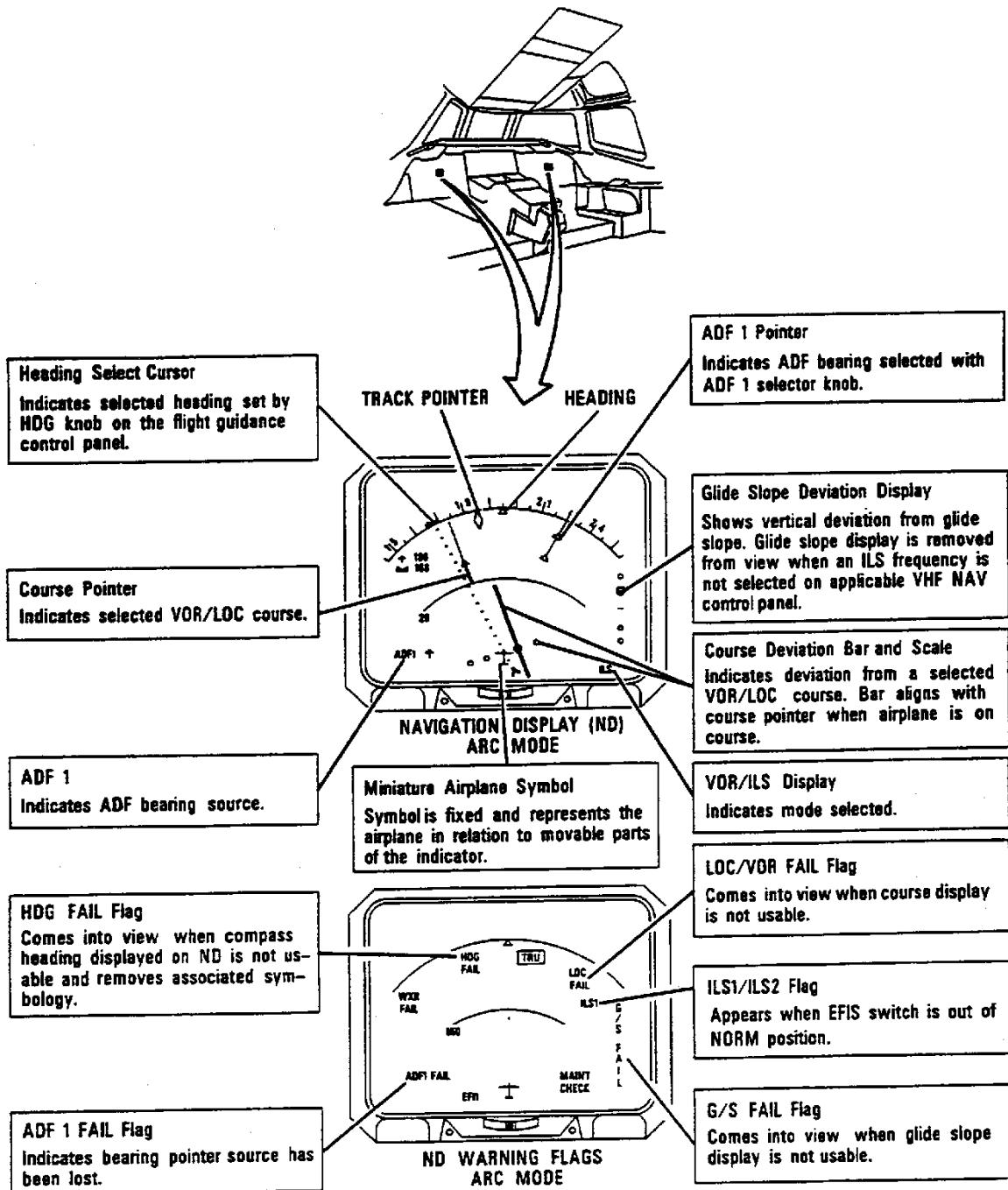


Figure 2 - Description du ND en mode ARC d'après le manuel d'exploitation

- L'aéronef est équipé d'un GPWS Allied Signal Mark VII (P/N 965-0876-030, S/N 2269) dont les caractéristiques principales et alarmes sonores correspondantes sont les suivantes :
  - mode 1 : taux de descente excessif, alarmes "Sinkrate" et "Pull Up",
  - mode 5 : descente sous le plan, alarmes "Glideslope" normale et forte (cette alarme n'est active qu'à une hauteur radiosonde inférieure à 1 000 pieds),
  - le mode 6 annonce les altitudes, altitude de décision et minimum. Le GPWS comporte d'autres modes de fonctionnement qui ne sont pas décrits car ils n'ont pas été actifs pendant l'événement.

Dans le cadre de la certification française, plusieurs conditions spéciales sont appliquées. La fiche de navigabilité N°IM 154 de novembre 1989 concernant le certificat de navigabilité de type pour le modèle DC9-83 indique :

*"Type français : L'appareil de référence est le fuselage n°1343 présenté à la DGAC en avril 1987 et conforme à la définition FAA, auquel certaines modifications ont été ajoutées :*

...

- LOC capture priority versus GS capture in ILS capture
- ILS informations cross over ADI/HSI
- Altitude vocal warning at 250 ft
- Autopilot disengage aural warning..."

## 1.7 Renseignements météorologiques

### 1.7.1 Situation générale

Une dorsale d'altitude est positionnée sur la France, entre deux systèmes perturbés : l'un concerne le Golfe de Gênes tandis que l'autre aborde le Finistère en matinée. Sur la majeure partie du pays, l'air humide reste bloqué en basses couches.

Tôt le matin, des brouillards parfois très denses se forment sur toutes les régions du nord-ouest de la France et en particulier sur l'Île de France et le Centre. L'après-midi des nuages bas, brumes et brouillards encore épais par endroits persistent au nord de la Seine (voir annexe 2).

### 1.7.2 Dossier de vol remis à l'équipage

Le dossier de vol remis à l'équipage a été retiré à 10 h 13 auprès du centre météorologique de Marseille-Marignane par un agent d'opération de la compagnie. Il comporte :

- une carte TEMSI EUROC (Europe occidentale) valable pour le 23 novembre 1997 à 12 h,
- les cartes de vent et températures valables pour le 23 novembre 1997 à 12 h pour les niveaux 50, 100, 180, 300, 340, et 390,
- les METAR, TAF, TAFOR et SIGMET de terrains situés sur la route.

Il n'y a pas de message SIGMET pour les terrains d'Orly et de Paris Charles de Gaulle. Les derniers METAR et TAF d'Orly et de CDG sont les suivants :

#### **terrain de destination LFPO (Orly)**

METAR 231000Z 17003KT 0450 R02/0400N R26/0350N R08/0400V0500N  
R25/0450D R07/0500V0600N FG VV/// 03/03 Q1020 BECMG 0800  
BKN002=

TAF 230800Z 230918 16004KT 0600 FG OVC002 BECMG 0911 16006KT  
2000 BR SCT008 BKN012 BECMG 1215 5000 SCT015 BKN050  
BECMG 1518 8000 SCT015 SCT050 BKN100=

#### **terrain de dégagement LFPG (Charles de Gaulle)**

METAR 231000Z 14005KT 0250 R27/0250N R09/0250N R28/0350N  
R10/0350N -DZ FG VV/// 04/04 Q1020 NOSIG=

TAF 230800Z 230918 12005KT 0600 FG VV/// BECMG 0911 2000 BR  
BKN002 BECMG 1113 6000 NSW BKN008 BECMG 1416 SCT008  
BKN015 T06/12Z T08/15Z=

#### **1.7.3 METAR et TAF de onze heures**

L'équipage n'a pas eu connaissance des TAF et METAR de 11 h 00.

#### **terrain de destination LFPO (Orly)**

METAR 231100Z 17004KT 0300 R02/0250V0350N R26/0250V0400N  
R08/0250V0400N R25/0300N R07/0350N FG VV/// 04/04 Q1020  
NOSIG=

TAF 231100Z 231221 16004KT 0800 FG BKN002 BECMG 1214 16006KT  
2000 BR BKN005 BECMG 1417 4000 BR SCT008 BKN012 TEMPO  
1517 5000 BKN015=

#### **terrain de dégagement LFPG (Charles de Gaulle)**

METAR 231100Z 14005KT 100V170 0350 R27/0200V0400D R09/0450D  
R28/0250D R10/0200V0350N -DZ FG VV/// 04/04 Q1020 NOSIG=

TAF 231100Z 231221 12005KT 0500 FG VV/// BECMG 1315 0900 BKN002  
TEMPO 1518 1400 BCFG BKN004 BECMG 1820 0500 VV/// T05/15Z  
T04/18Z

#### **1.7.4 Informations météorologiques reçues en vol**

Au cours de l'approche, l'équipage a reçu les informations météorologiques suivantes :

- ATIS "Sierra" d'Orly de 11 h 30, qui précise les points suivants :
  - *Procédure faible visibilité en vigueur sur les pistes 07 et 08,*
  - *Visibilité 250 mètres,*
  - *Brouillard, inférieur à 100 pieds,*
  - *QNH 1020,*
  - *Vent 150 degrés, 3 kt.*
- ATIS "Oscar" de CDG de 11 h 30, qui précise les points suivants :

- *LVP en cours,*
- *RVR comprises entre 200 et 250 mètres,*
- *Brouillard,*
- *QNH 1019,*
- *Vent 160 degrés, 6 kt.*

Orly Approche a fourni les informations suivantes à 12 h 14 min 43 s : " ... guidage radar ILS zéro sept RVR cinq cents mètres et trois cent vingt-cinq mètres."

Orly Tour a fourni les informations suivantes à 12 h 29 min 53 s :"... piste zéro sept les RVR quatre cents, deux cent soixantequinze mètres et le vent est calme."

### **1.7.5 Conditions météorologiques sur Orly lors de l'approche**

METAR de 12 h et 12 h 30 :

231200Z 18004KT 150V220 0250 R02/0250V0350N R26/0350N R08/0250V350N  
R25/0250V0400N R07/0350N FG VV /// 04/04 Q1020 NOSIG=

231230Z 13004KT 100V190 0250 R02/0350N R26/0350V0600U  
R08/0250V0400N R25/0300V0450N R07/0400N FG VV /// 04/04 Q1020 NOSIG=

Paramètres météorologiques de 12 h 30 et 12 h 32 :

- 12 h 30
 

Vent au seuil 07

  - moyenne sur deux minutes : 130 degrés, 2,7 m/s
  - vitesse instantanée : 3,3 m/s

RVR au seuil 07 : 375 m ; RVR mi piste 07 : 275 m
- 12 h 32
 

Vent au seuil 07

  - moyenne sur deux minutes : 120 degrés, 2,4 m/s
  - vitesse instantanée : 3,3 m/s

RVR au seuil 07 : 350 m ; RVR mi-piste 07 : 300 m

### **1.7.6 Visibilité en piste 07 à Orly lors de l'approche**

Les RVR de la piste 07 sont indiquées sur le graphique ci-dessous. On y a également indiqué les minimum opérationnels de l'équipage, les heures du passage à la verticale de l'Outer Marker et de l'atterrissement et les heures de communication des RVR par le contrôle.

RVR à Orly le 23/11/97

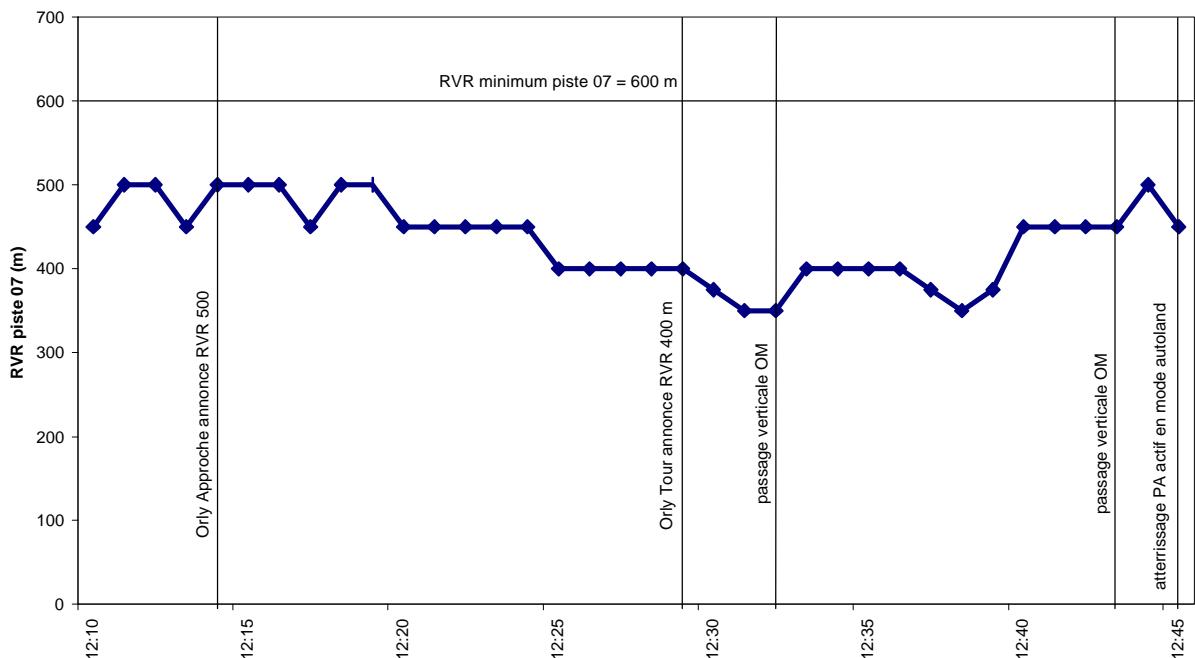


Figure 3

### 1.7.7 Visibilités en pistes 07 et 26 à Orly lors de l'approche du vol précédent

Les RVR enregistrées à Orly lors du vol du matin Toulon-Orly sont indiquées sur le graphique suivant. On y a également indiqué les minimums opérationnels de l'équipage.

RVR à Orly le 23/11/97

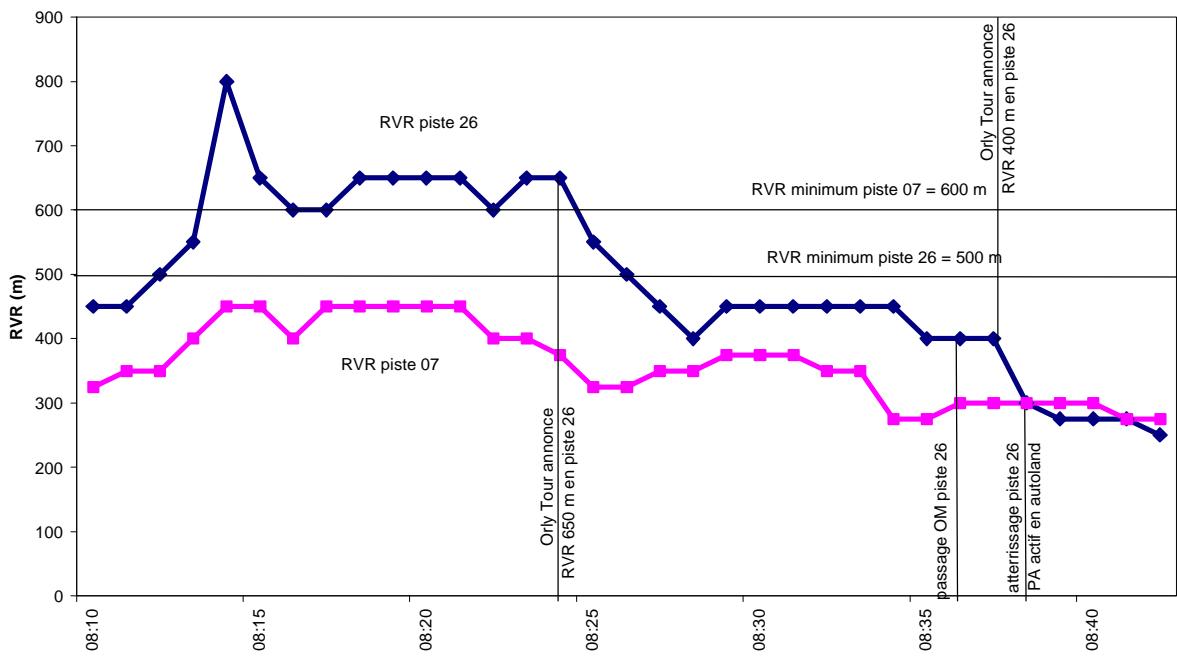


Figure 4

## **1.8 Aides à la navigation**

Les procédures d'approche en piste 07 à Orly s'appuient sur les moyens suivants :

- le VOR de Melun "MEL" sur la fréquence 109.800 MHz (IAF),
- le VOR DME d'Orly "OL" sur la fréquence 111.200 MHz,
- l'ADF d'Orly "ORW" sur la fréquence 402 kHz,
- l'ILS de la piste 07 d'Orly "ORE" sur la fréquence radiophare d'alignement de piste (localizer) 108.500 MHz associé au DME "OL",
- la radioborne extérieure (Outer Marker) et la radioborne intermédiaire (Middle Marker) situées respectivement à 4 et 0,6 NM du seuil 07,
- un balisage lumineux comprenant une ligne d'approche axiale haute intensité de 720 mètres, des feux de seuil de couleur verte unidirectionnels haute et basse intensités, des feux de piste latéraux et des projecteurs blancs, des feux à éclats unidirectionnels et un balisage axial de piste haute et basse intensités de type OACI.

L'ILS 07 est de classe IIIE4. C'est la catégorie de performance la plus élevée pour un ILS. Il permet des approches de catégorie III.

L'organisme du contrôle d'Orly dispose des radars suivants :

- un radar primaire de type TA.10 fonctionnant en bande S associé à une antenne tournant à la vitesse de 15 tours par minute, de portée utile 45 NM,
- un radar primaire de type TA.23 fonctionnant en bande L associé à une antenne tournant à la vitesse de 15 tours par minute, de portée utile 80 NM,
- les trois radars monopulse de Palaiseau, Coubron et Tours qui permettent de visualiser le niveau de vol de l'aéronef lorsqu'il utilise un alticodeur,
- un radar de surface de type ASTRE fonctionnant en bande KU associé à une antenne tournant à la vitesse de 60 tours par minute, de portée utile 5 à 10 NM.

Les cahiers journaliers des services techniques et de la tour de contrôle d'Orly pour le 23 novembre 1997 ainsi que les dernières calibrations n'indiquent pas de dysfonctionnement des moyens cités ci-dessus.

## **1.9 Télécommunications**

### **1.9.1 Enregistrement des radiocommunications**

A l'arrivée à Orly, l'équipage contacte successivement les organismes suivants :

- Paris Contrôle sur 135.300 MHz et 125.700 MHz,
- Orly Approche sur 118.850 MHz,
- Orly Tour sur 118.700 MHz.

## Vol du matin (Toulon-Orly) :

| Station Emettrice | Station Réceptrice | Heure UTC | Communications                                                                                                                                                                    |
|-------------------|--------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AOM 152 BV        | Orly Approche      | 08:08:23  | Orly French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor bonjour                                                                                                                         |
| Orly Approche     | AOM 152 BV         | 08:08:31  | Euh French Line Bravo Victor bonjour contact radar maintenez niveau sept zéro Melun cap deux huit zéro ensuite guidage radar I L S zéro sept                                      |
| AOM 152 BV        | Orly Approche      | 08:08:41  | Melun cap deux zéro un et pour l'I L S zéro sept on sera cat trois                                                                                                                |
| Orly Approche     | AOM 152 BV         | 08:08:47  | Roger                                                                                                                                                                             |
| ...               |                    |           |                                                                                                                                                                                   |
| Orly Approche     | AOM 152 BV         | 08:20:59  | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor à droite cap trente autorisé I L S zéro sept rappelez établi                                                                         |
| AOM 152 BV        | Orly Approche      | 08:21:04  | Cap trente par la droite I L S zéro sept on vous rappelle établi French Line Bravo Victor                                                                                         |
| ...               |                    |           |                                                                                                                                                                                   |
| Orly Tour         | AOM 152 BV         | 08:22:31  | French Line Bravo Victor bonjour rappelez Outer Marker zéro sept deux cent vingt degrés deux noeuds                                                                               |
| AOM 152 BV        | OrlyTour           | 08:22:36  | Vous rappelle Outer Marker zéro sept French Line Bravo Victor                                                                                                                     |
| OrlyTour          | AOM 152 BV         | 08:23:06  | French Line Bravo Victor vous maintenez trois mille pieds au Q N H on va vous emmener en vingt six on a un problème de balisage en zéro sept ... vous êtes toujours à trois mille |
| AOM 152 BV        | OrlyTour           | 08:23:15  | On est toujours stable à trois mille French Line Bravo Victor                                                                                                                     |
| OrlyTour          | AOM152 BV          | 08:23:18  | Ok                                                                                                                                                                                |
| ...               |                    |           |                                                                                                                                                                                   |
| AOM 152 BV        | OrlyTour           | 08:24:24  | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor quelles sont vos intentions une piste vingt six ?                                                                                    |
| OrlyTour          | AOM 152 BV         | 08:24:29  | Voilà Bravo Victor ça sera une vingt six on était en train de se décider ça sera une piste vingt six donc préparez la vingt six et poursuivez au cap quatre vingt dix             |
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:24:39  | D'accord la vingt six cap quatre vingt dix Bravo Victor                                                                                                                           |
| Orly Tour         | AOM 152 BV         | 08:24:40  | Bravo Victor pour info en vingt six six cent cinquante quatre cent cinquante et six cents                                                                                         |
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:24:46  | Reçu on prend                                                                                                                                                                     |
| ...               |                    |           |                                                                                                                                                                                   |
| OrlyTour          | AOM 152 BV         | 08:31:52  | French Line Bravo Victor poursuivez à gauche au cap trois cents interceptez I L S vingt six                                                                                       |
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:31:56  | Trois cents par la gauche pour l'I L S vingt six Bravo Victor                                                                                                                     |
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:34:26  | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor on est établi vingt six                                                                                                              |
| OrlyTour          | AOM 152 BV         | 08:34:31  | Reçu Bravo Victor rappelez passant l'Outer Marker en vingt six vent cent quatre vingt dix degrés trois noeuds                                                                     |
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:34:36  | Rappelle passant l'Outer Marker vingt six French Line Bravo Victor                                                                                                                |

| Station Emettrice | Station Réceptrice | Heure UTC | Communications                                                                                                                                                                                |
|-------------------|--------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:36:27  | French Line Bravo Victor on passe l'Outer Marker en finale vingt six                                                                                                                          |
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:37:28  | French Line Bravo Victor en courte vingt six                                                                                                                                                  |
| Orly Tour         | AOM 152 BV         | 08:37:30  | Bravo Victor autorisé atterrissage vingt six deux cents degrés trois noeuds premier tiers quatre cents deuxième quatre cent cinquante troisième cinq cents appelez au sol ou en remise de gaz |
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:37:39  | Rappelle au sol ou en remise de gaz Bravo Victor                                                                                                                                              |
| AOM 152 BV        | Orly Tour          | 08:38:38  | French Line Bravo Victor sur la piste vingt six                                                                                                                                               |
| Orly Tour         | AOM 152 BV         | 08:38:41  | Reçu rappelez piste claire                                                                                                                                                                    |

### Vol de l'incident (Marseille-Orly) :

| Station Emettrice | Station Réceptrice       | Heure UTC | Communications                                                                                                                                                                         |
|-------------------|--------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AOM 156 BV        | Paris Contrôle           | 11:52:44  | Paris bonjour French Line Cent Cinquante Six Bravo Victor niveau deux quatre vingt.                                                                                                    |
| Paris Contrôle    | AOM 156 BV               | 11:52:52  | French line Cent Cinquante Six Bravo Victor bonjour arrivée Orly Oscar (coupe) Echo RVR piste zéro sept quatre cents mètres êtes vous capable de vous poser ?                          |
| AOM 156 BV        | Paris Contrôle           | 11:53:05  | Affirm il nous faut deux cents mètres pour donc la zéro sept.                                                                                                                          |
| Paris Contrôle    | AOM 156BV                | 11:53:06  | Bravo                                                                                                                                                                                  |
| AOM 068 ZO        | Paris Contrôle           | 11:53:07  | French Line Zoulou Oscar derrière mon collègue niveau deux quatre vingt.                                                                                                               |
| Paris Contrôle    | AOM 068 ZO               | 11:53:11  | Bonjour Zoulou Oscar arrivée aussi (Autun (?)) trois Echo pour Orly, est-ce que vous êtes capable de vous poser                                                                        |
| AOM 068 ZO        | Paris Contrôle           | 11:53:15  | Comme mon collègue, pareil.                                                                                                                                                            |
| Paris Contrôle    | AOM 068 ZO<br>AOM 156 BV | 11:53:17  | Euh donc d'accord c'est bon pour tous les deux merci.                                                                                                                                  |
| ...               |                          |           |                                                                                                                                                                                        |
| Orly Approche     | AOM 068 ZO               | 12:14:43  | Bonjour French Line Zoulou Oscar contact radar descendez niveau soixante Melun radial deux huit six guidage radar ILS zéro sept RVR cinq cents mètres et trois cent vingt-cinq mètres. |
| Orly Tour         | AOM 068 ZO               | 12:29:53  | Zoulou Oscar bonjour cent soixante noeuds rappelez Outer Marker piste zéro sept les RVR quatre cents, deux cent soixante-quinze mètres et le vent est calme.                           |
| AOM 068 ZO        | Orly Tour                | 12:30:02  | Bien reçu on intercepte euh l'ILS zéro sept French Line Zoulou Oscar.                                                                                                                  |
| Orly Tour         | AOM 068 ZO               | 12:30:53  | Euh French line Zoulou Oscar ?                                                                                                                                                         |
| AOM 068 ZO        | Orly Tour                | 12:30:55  | Oui j'écoute.                                                                                                                                                                          |
| Orly Tour         | AOM 068 ZO               | 12:30:56  | Oui vous êtes à peu près un nautique et demi au nord euh de l'axe là vous passez travers la balise.                                                                                    |
| AOM 068 ZO        | Orly Tour                | 12:31:02  | Oui on revient sur l'axe là Zoulou Oscar.                                                                                                                                              |
| Orly Tour         | AOM 068 ZO               | 12:32:13  | Zoulou Oscar vous êtes établi ?                                                                                                                                                        |
| AOM 068 ZO        | Orly Tour                | 12:32:15  | Négatif on a remis les gaz de French Line Zoulou Oscar.                                                                                                                                |
| ...               |                          |           |                                                                                                                                                                                        |

| Station Emettrice | Station Réceptrice | Heure UTC | Communications                                                                  |
|-------------------|--------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Orly Tour         | AOM 068 ZO         | 12:34:50  | Zoulou Oscar vous avez eu des problèmes avec l'ILS ?                            |
| AOM 068 ZO        | Orly Tour          | 12:34:54  | Non on était mal établi on a remis les gaz on n'a pas pu euh rattraper le plan. |
| Orly Tour         | AOM 068 ZO         | 12:34:59  | Parce que je vous ai vu très très bas.                                          |

N.B. : Une transcription complète des radiocommunications du vol de l'incident figure en annexe 3.

### 1.9.2 Enregistrement Radar

L'enregistrement des images radar a été fourni par le CRNA Nord. Cet enregistrement a permis de reconstituer :

- d'une part la trajectoire sol de l'appareil,

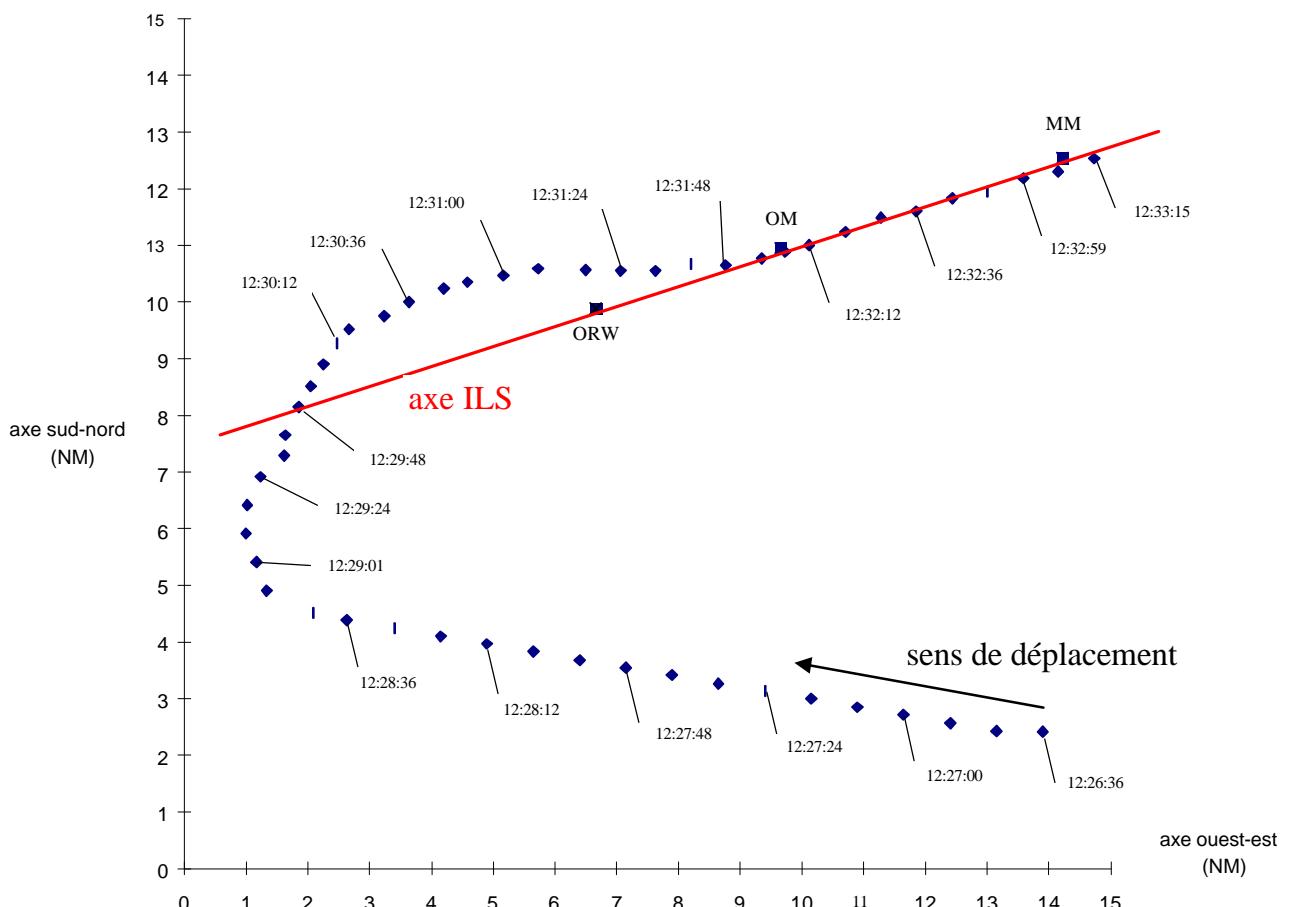


Figure 5

- d'autre part la trajectoire verticale grâce à l'alticodeur de l'aéronef

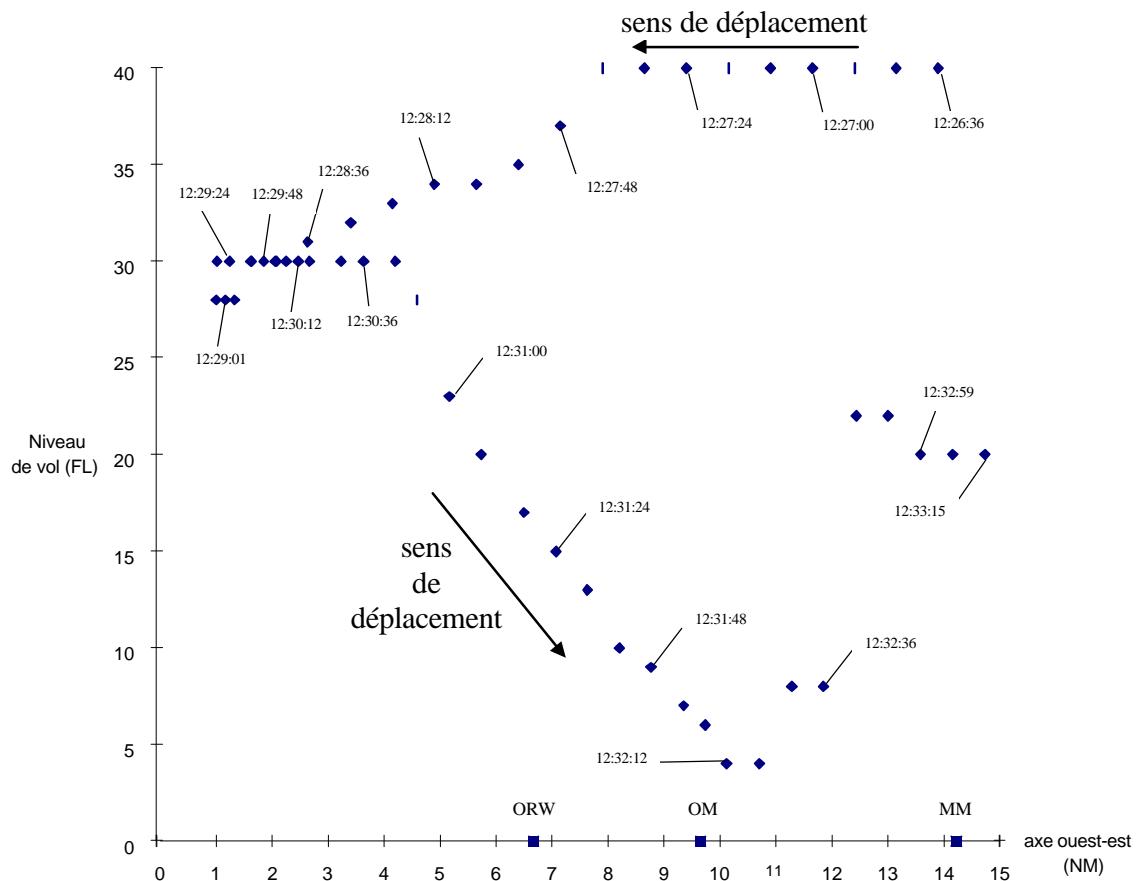


Figure 6

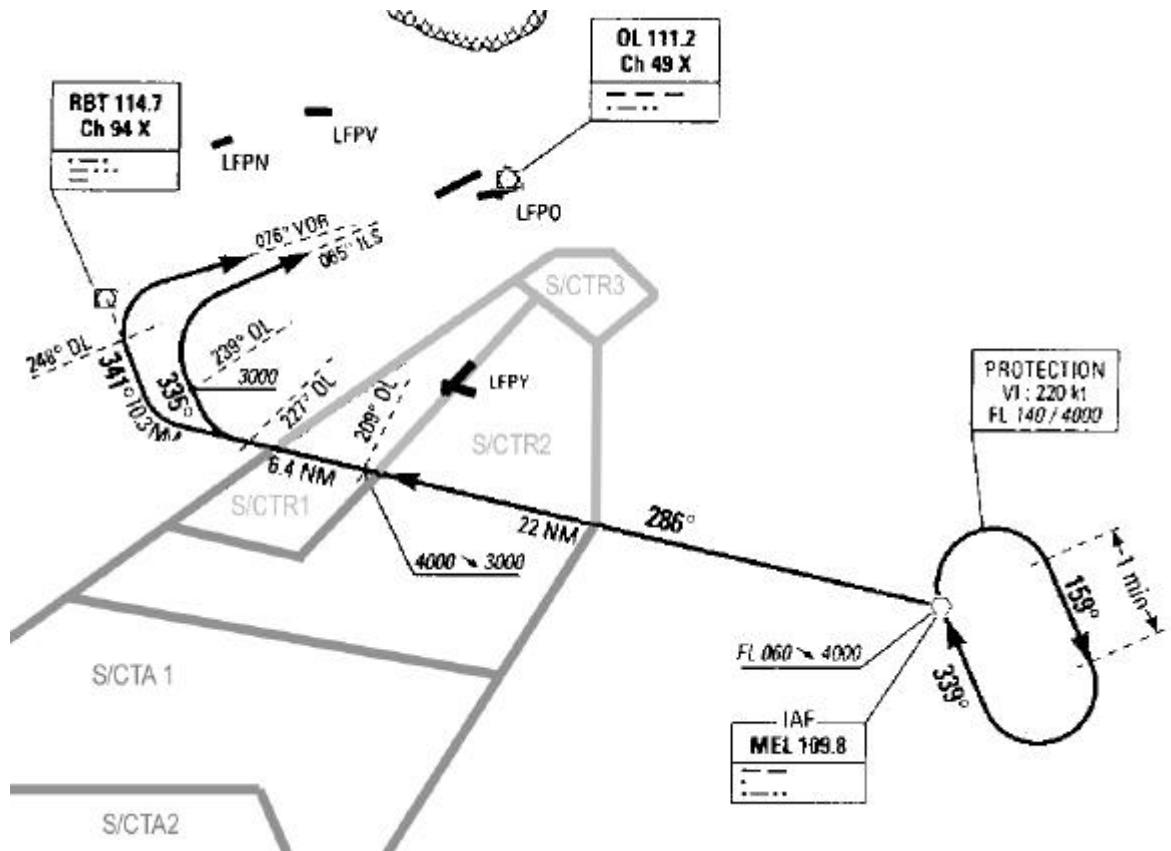
## 1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aéroport de Paris Orly est un aérodrome civil contrôlé, ouvert à la circulation aérienne publique, exploité par Aéroports de Paris. L'altitude de référence de l'aérodrome est de 292 pieds et l'altitude du seuil de piste 07 est de 289 pieds.

Le jour de l'incident, l'aérodrome était en situation LVP (Procédure de faible visibilité). Dans cette situation, le manuel d'exploitation d'Orly indique qu'en configuration "est", la piste 07 est utilisée pour les atterrissages et la piste 08 pour les décollages et qu'il ne peut pas y avoir d'atterrissement et de décollage simultanés (les pistes sont liées).

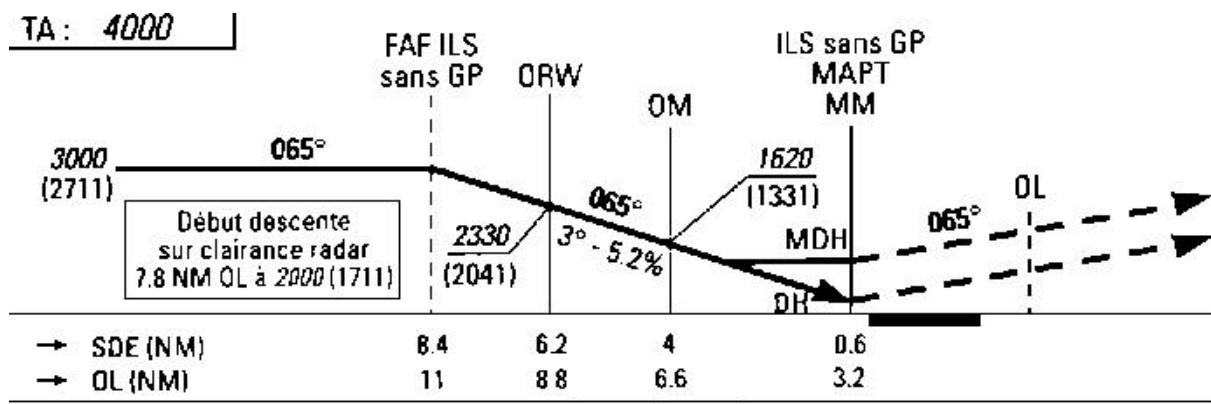
Procédure publiée d'arrivée ILS en piste 07 à Orly (voir cartes d'approche aux instruments en annexe 4)

L'approche débute à la verticale du VOR MEL, au niveau de vol 60 et à une route 286°. La trajectoire descend vers 4 000 pieds QNH. Au relèvement 209° du VOR DME OL, 22 NM plus loin, la trajectoire descend vers 3 000 pieds QNH. Après 6,4 NM, au relèvement 227° d'OL, la trajectoire tourne à droite vers la route 335°. Au relèvement 239° d'OL, la trajectoire de l'aéronef doit être stabilisée à 3 000 pieds QNH et tourne à droite pour intercepter l'axe 065° de l'ILS 07.



*Figure 7 : Extrait de la carte IAC*

Le point de début d'approche finale se situe à 11 NM d'OL. A partir de ce point, la trajectoire suit une pente de 5,2 %. Au-dessus de l'ADF ORW situé à 8,8 NM d'OL, l'aéronef doit se trouver à une altitude de 2 330 pieds QNH. Au-dessus de l'OM situé à 6,6 NM d'OL, l'aéronef doit se trouver à une altitude de 1 620 pieds QNH. Enfin, lorsque l'aéronef se trouve à la hauteur de décision (200 pieds en catégorie I réduite), l'équipage doit interrompre l'approche s'il n'a pas de référence visuelle.



*Figure 8 : Extrait de la carte IAC*

## 1.11 Enregistreurs de bord

L'aéronef est équipé de trois enregistreurs :

- un enregistreur phonique (CVR) du constructeur Sundstrand (P/N 980-6005-076 et S/N 10188),
- un enregistreur de paramètres (FDR) du constructeur Sundstrand (P/N 980-4100-DXUS et S/N 10392),
- un enregistreur de paramètres O.QAR du constructeur Teledyne (P/N 2248000-41 et S/N 272).

L'incident a été notifié au Bureau Enquêtes-Accidents quatre jours après sa date d'occurrence. L'avion avait alors effectué un peu moins de quarante heures de vol lorsque les enregistreurs ont été déposés. Le CVR enregistre les trente dernières minutes de vol et le FDR les vingt-cinq dernières heures de vol. Ils ne contenaient donc plus d'information relative à l'événement.

Avant que le BEA ait été notifié de l'incident, le QAR avait été développé par la société Alyzair qui traite l'analyse des vols pour l'exploitant. Il contenait les informations relatives à l'incident. Ces informations, mises à sa disposition, ont ensuite été exploitées par le Bureau Enquêtes-Accidents.

Une présentation chronologique figure en annexe 5. Elle débute au temps 12 h 21 min 09 s. Elle englobe les paramètres significatifs et tous les changements des modes affichés au FMA depuis 3 500 pieds avant la descente jusqu'à la stabilisation après la remise de gaz. Les modes du FMA ne sont enregistrés que toutes les quatre secondes. Un ou plusieurs changements de mode peuvent donc avoir lieu pendant cet intervalle de temps.

On note les éléments suivants :

- à 12 h 28, l'avion est stable au cap 286° avec un taux de descente calculé à partir des valeurs d'altitudes de l'ordre de 550 ft/min.
- entre 12 h 28 min 27 s (altitude pression : 3 173 pieds, référence 1 013 hPa) et 12 h 32 min 09 s (hauteur radiosonde : 67 pieds), les modes affichés au FMA changent trente fois.
- à partir de 12 h 28 min 27 s, l'avion vire à droite pour rejoindre l'axe d'approche.
- à 12 h 29 min 47 s l'avion traverse l'axe d'approche de la droite vers la gauche puis le cap augmente par échelons successifs.
- à 12 h 30 min 20 s l'avion passe au-dessus du plan de descente ; à 12 h 30 min 43 s l'avion se met en descente en mode "Vertical Speed" à une vitesse de 2 300 ft/min (vitesse calculée à partir des valeurs d'altitude) ; à 12 h 31 min 06 s l'avion passe sous le plan de descente à une hauteur radiosonde de 1 502 pieds.
- à 12 h 31 min 26 s le QAR enregistre l'alarme GPWS "Glideslope" suivie de l'alarme GPWS "Terrain" entre 12 h 31 min 30 s et 12 h 31 min 32 s.

- entre 12 h 31 min 54 s (hauteur radiosonde : 279 pieds en descente) et 12 h 32 min 03 s (hauteur radiosonde : 104 pieds en montée), l'alarme GPWS "Terrain" est enregistrée par le QAR.
- à 12 h 31 min 59 s (hauteur radiosonde : 164 pieds), le mode roulis "GO AROUND" est affiché au FMA indiquant que la remise de gaz a débuté. Les autres paramètres le confirment pendant les secondes qui suivent.
- la hauteur radiosonde la plus faible enregistrée est celle de 12 h 32 min 09 s : 67 pieds. C'est également à ce moment que s'arrêtent les alarmes GPWS.

*Note 1 : Les alarmes "Glideslope", "Terrain", "Master Warning", "Thrust Reversers Deployed" ont été enregistrées simultanément pendant huit secondes aux alentours du niveau de vol 180. De toute évidence, il s'agit de données erronées.*

*Note 2 : Le QAR n'enregistre que deux alarmes associées au GPWS : "Glideslope" et "Terrain".*

## 1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Sans objet.

## 1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Les éléments médicaux recueillis par le médecin enquêteur du Bureau Enquêtes-Accidents ne mettent pas en évidence de facteur en rapport avec l'événement.

## 1.14 Incendie

Sans objet.

## 1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Sans objet.

## 1.16 Essais et recherches

### 1.16.1 Avertisseur de proximité du sol

Le GPWS MK VII du F-GRMC génère des alarmes visuelles et auditives. Les alarmes visuelles correspondent à deux lampes d'avertissement en poste "GPWS" et "Below GS". La lampe "Below GS" s'allume lorsque l'alarme auditive "Glideslope" est active. La lampe "GPWS" s'allume lorsqu'une alarme auditive du GPWS se déclenche, sauf pour les alarmes "Glideslope", "Minimum" ou les annonces de hauteur. Ces alarmes auditives sont par exemple : "Terrain Terrain", "Pull Up", "Sinkrate", "Don't Sink" (au décollage uniquement), "Too Low - Terrain" (volets non sortis), "Too Low - Flaps", ou "Too Low - Gear".

Le Bureau Enquêtes-Accidents a fait expertiser le GPWS le 22 décembre 1997 chez Allied Signal à Toulouse. Le but de cette expertise était de lire la mémoire BITE du GPWS et de tester son fonctionnement.

- Deux types d'alarmes apparues pendant le vol de l'incident, "Glideslope" et "Sinkrate", sont enregistrés. Elles ne sont pas datées. L'heure et le nombre de fois où elles sont apparues au cours du vol ne sont pas enregistrés.

*Remarque : le GPWS n'a pas enregistré d'alarme de type "Terrain" alors que le QAR a enregistré des alarmes intitulées "Terrain" (voir 2.13.).*

- La mémoire non volatile ne contient aucun enregistrement de panne et le résultat du programme de test du GPWS est correct.

En mai 1998, Allied Signal a effectué à la demande du Bureau Enquêtes-Accidents une simulation des alarmes du GPWS MK VII en utilisant les données du vol. Les résultats de cette simulation sont les suivants :

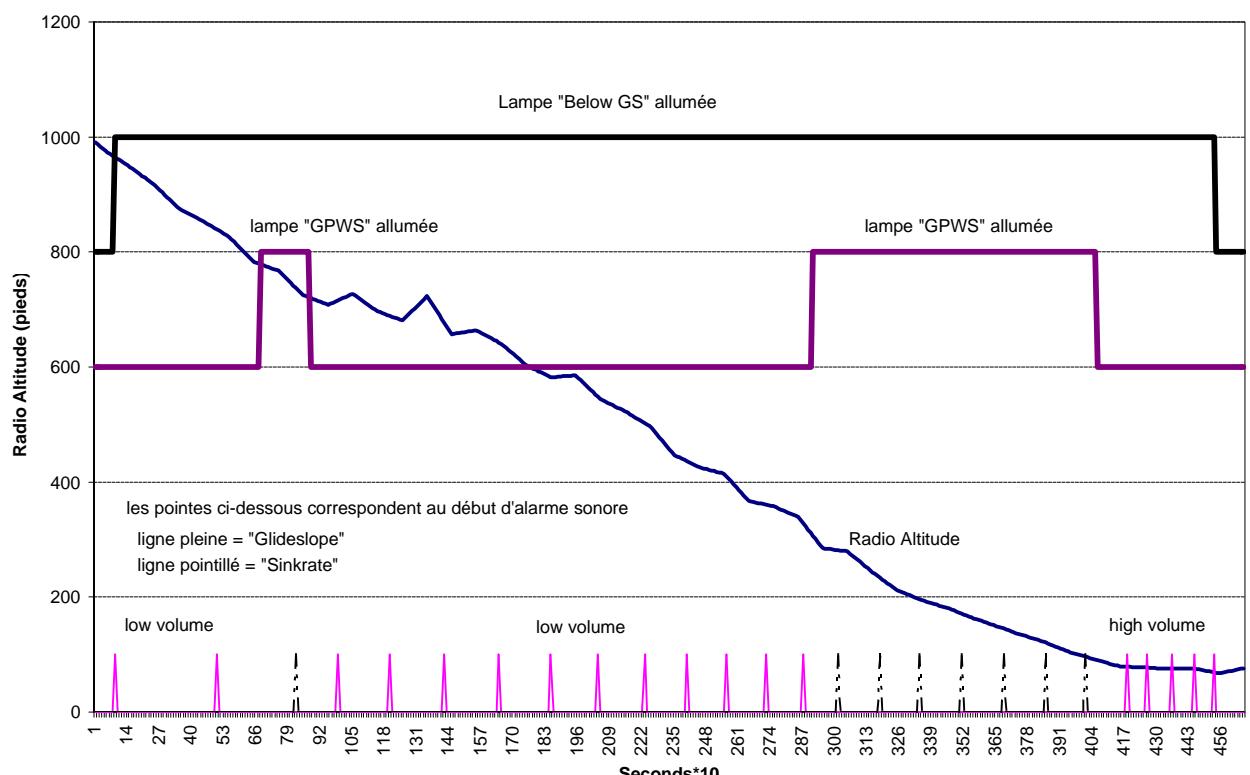


Figure 9

Les alarmes apparues sont du type "Low Volume Glideslope", "Sinkrate", et "High Volume Glideslope". Les temps auxquels se sont allumées les lampes "Glideslope" et "Warning" lors de la simulation correspondent respectivement aux temps auxquels sont enregistrées les alarmes "Glideslope" et "Terrain" sur le QAR.

### 1.16.2 Simulations MSAW

Le Minimum Safe Altitude Warning (MSAW) est un système qui, sur la base des données radar, alerte le contrôleur en cas de rapprochement jugé dangereux de

l'aéronef par rapport au sol. A la demande du Bureau Enquêtes-Accidents, le CENA (Centre d'Etude de la Navigation Aérienne) a effectué une simulation du fonctionnement du MSAW à partir de l'enregistrement radar fourni par le CRNA Nord. Des paramètres identiques à ceux utilisés à Lyon Satolas ont été utilisés car ce système n'était pas installé à Orly. La vitesse verticale a dû être estimée, car elle n'était pas disponible dans les enregistrements radar.

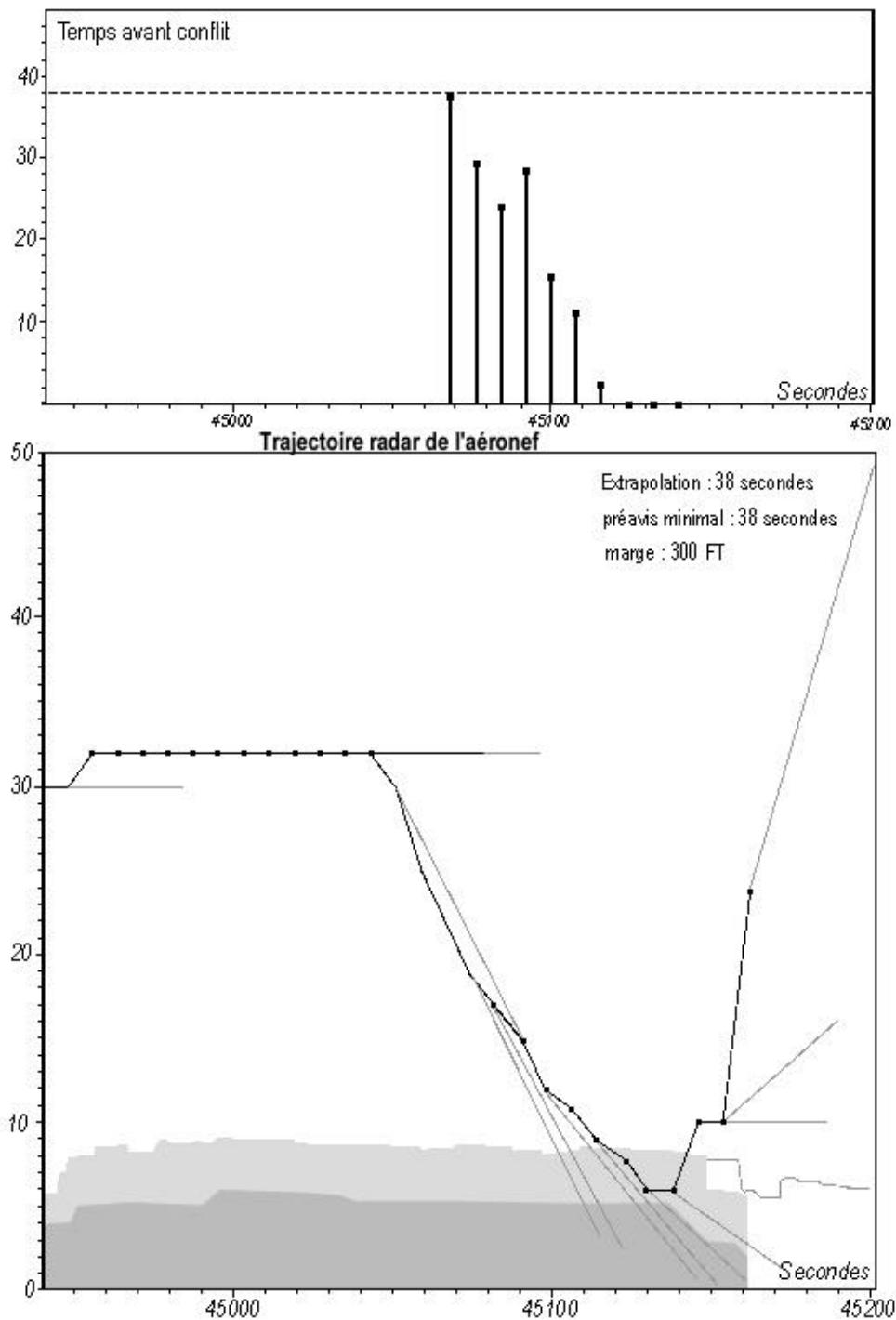


Figure 10

Dans le compte rendu de simulation, le CENA conclut : "*Dans l'hypothèse d'une Vz STR correcte (bonne estimation de la vitesse verticale) l'alerte MSAW aurait pu être transmise au contrôleur à 12 h 31 min 24 s. Compte tenu des temps admis pour la réaction du contrôleur, la transmission et la réaction du pilote (15 secondes), le pilote aurait pu remettre les gaz à 12 h 31 min 39 s ...*"

### **1.16.3 Simulations sur simulateur de vol**

Le Bureau Enquêtes-Accidents a organisé les 6 et 7 mai 1998 des essais sur le simulateur de vol MD83 à instrumentation EFIS de Raytheon à Gatwick, utilisé par AOM Minerve S.A. pour l'entraînement de ses pilotes. Les enquêteurs ont été assistés par trois pilotes instructeurs d'AOM Minerve S.A. et deux chercheurs du Laboratoire d'Anthropologie Appliquée. Le programme d'essai comportait six séquences principales ainsi qu'une reproduction de l'ensemble de l'événement.

On remarque lors de ces essais que, quel que soit le mode actif "heading select" ou "localizer capture", les barres de tendance du directeur de vol restent centrées tant que le pilote automatique est actif ou tant que le mauvais axe ILS est sélectionné (258°).

#### **SEQUENCE A**

---

##### Objectifs

- Observer la trajectoire de l'avion lors d'une interception de l'axe d'approche (localizer puis glide) en automatique dans les conditions de l'incident, mais en sélectionnant le bon axe ILS (065°).
- Observer la trajectoire de l'avion lors d'une interception de l'axe d'approche (localizer puis glide) en automatique dans les conditions de l'incident.
- Observer alors les informations fournies par les indicateurs du radiophare d'alignement de piste et radiophare d'alignement de descente sur le HSI pendant l'interception ILS.

##### Résultats

Lorsqu'on sélectionne le bon axe ILS, l'avion s'aligne sur l'axe d'approche puis intercepte le plan de descente en mode autoland.

Dans les conditions de l'incident, avec la mauvaise sélection de l'axe ILS, le simulateur se comporte de la façon suivante :

- l'avion maintient le cap 020° pendant toute la phase d'interception d'axe ILS
- "LOC CAP" (armement du mode de capture de l'axe de piste) apparaît au FMA vers 2 points de déviation du radiophare d'alignement de piste alors que la vitesse est d'environ 170 kt en régression vers 160 kt
- "G/S CAP" (armement du mode de capture du plan de descente) apparaît au FMA vers 0.25 points de déviation du radiophare d'alignement de descente et 4.30 points de déviation du radiophare d'alignement de piste
- "G/S TRK" (armement du mode de maintien du plan de descente) apparaît au FMA vers 0.03 points de déviation du radiophare d'alignement de descente et 4.58 points (valeur maximale) de déviation du radiophare d'alignement de piste
- le pilote automatique se déconnecte sans action de l'équipage au moment de la perte du signal du radiophare d'alignement de descente. Par la suite, le FMA indique toujours "LOC CAP" et "G/S TRK".

Les pavés du FMA intitulés "LOC CAP", "G/S CAP" et "G/S/ TRK" sont de couleur verte puisqu'il ne s'agit pas de modes armés mais de modes actifs. L'affichage de "LOC CAP" et "G/S CAP" indique que les modes de capture sont actifs et que les faisceaux du localizer et du glide vont être capturés.

En conclusion, l'avion ne s'aligne pas sur l'axe d'approche. Il conserve son cap d'interception 020° puis intercepte le plan de descente.

## **SEQUENCE B**

---

### Objectif

- Étudier le maintien de l'armement du mode Altitude en cas d'action sur la molette de vitesse verticale

### Résultats

En ayant comme conditions initiales le mode "ALT" armé avec une vitesse verticale et une altitude sélectionnées :

- lorsque la molette de vitesse verticale est actionnée alors que le mode "ALT" est affiché au FMA, ce mode n'est pas désarmé et l'avion va rechercher l'altitude sélectionnée.
- lorsque la molette est actionnée alors que le mode "ALT CAP" ou le mode "ALT HLD" sont affichés au FMA, ces modes sont désactivés et l'avion poursuit sur sa trajectoire avec la nouvelle vitesse verticale affichée.
- sans action sur la molette, la vitesse verticale de l'avion est modifiée de manière significative dès que le mode "ALT CAP" apparaît au FMA.

Les essais ont également permis d'observer les alarmes associées à l'altimètre. On constate lorsque l'avion est en descente de 3 000 vers 2 000 pieds QNH, avec une altitude sélectionnée mais non armée de 2 000 pieds, pilote automatique et mode tangage "VERT SPD" actifs :

- à 2 750 pieds, une sonnerie et l'allumage de la lumière de l'altimètre pendant quelques secondes,
- à 1 750 pieds, une sonnerie, l'allumage de la lumière de l'altimètre et l'annonce "ALTITUDE" par intermittence jusqu'à ce que le pilote annule l'alarme,
- à 1 250 pieds, une sonnerie, l'allumage de la lumière de l'altimètre et l'annonce "ALTITUDE" par intermittence jusqu'à ce que le pilote annule l'alarme.

## **SEQUENCE C**

---

### Objectif

- Observer les changements de mode au FMA pendant une remise de gaz manuelle dans les conditions de l'incident puis dans des conditions d'approche stabilisée.

### Résultat

La simulation n'a pas permis de reproduire l'apparition sur le FMA des modes "EPR MCT" et "ALT HLD" enregistrés par le QAR pendant la remise de gaz.

*Remarque : l'apparition de ces modes n'a pas pu être expliquée par l'avionneur (voir 1.18.5.3.).*

## **SEQUENCE D**

---

### Objectifs

- Identifier les priorités des informations auditives et visuelles associées au GPWS, au pilote automatique, à l'altitude et au passage de l'Outer Marker.
- Observer si l'automanette se déconnecte.
- Observer les modes de vitesse affichés au FMA.

La séquence de simulation reproduit une approche finale suivie d'une remise de gaz dans les conditions de l'incident.

### Résultats

La reproduction des alarmes du GPWS n'est pas exactement celle qui apparaît lors de la simulation du GPWS effectuée par Allied Signal. Par exemple, les alarmes "High Volume Glideslope" n'ont pas été reproduites durant l'essai. Cela s'explique par la schématisation du relief dans le simulateur de MD83 et par la difficulté de reproduire exactement les taux de descente. Cependant les résultats de l'essai sur simulateur sont globalement cohérents avec ceux d'Allied Signal.

## **SEQUENCE E**

---

### Objectif

- Reproduire une séquence d'apparition de modes au FMA dans les conditions de l'incident en sélectionnant plusieurs fois le mode "heading select".

### Résultat

Quelque soit la séquence, une sélection de cap a pour effet de désarmer tous les modes automatiques. Le directeur de vol reste actif.

## **SEQUENCE F**

---

### Objectif

- Reproduire une séquence d'apparition des modes au FMA dans les conditions de l'incident en connectant et déconnectant plusieurs fois le pilote automatique

### Résultat

La déconnexion du pilote automatique a pour effet de faire régresser le mode armement "autoland" en mode "ILS", mais n'a aucun effet ensuite sur le mode armement "ILS".

---

### **1.16.4 Calcul des heures de vol des OPL en AEL**

Les heures de vol des OPL en AEL ont été estimées selon deux méthodes en partant des tableaux d'heures de vol issues du CRA, en annexe 1.

La première méthode consiste à comptabiliser les heures de vol lorsque l'OPL a effectué l'atterrissement. On y ajoute les vols pour lesquels il n'a pas été possible de déterminer qui avait effectué l'atterrissement. La seconde méthode consiste à ne comptabiliser les heures de vols que lorsqu'on a la certitude que l'OPL a effectué l'atterrissement.

#### **a) heures de vol du copilote**

- issues du CRA : 25 heures 9 minutes pour 14 atterrissages
- première méthode : 18 heures 59 minutes pour 14 atterrissages
- seconde méthode : 16 heures 6 minutes pour 12 atterrissages

Le CRA indique que cet OPL en AEL a effectué au moins quatre vols, soit 6 heures 10 minutes, de plus que la réalité. Cette erreur représente 25 % de son temps de vol.

#### **b) heures de vol de l'OPL en AEL en siège observateur**

- issues du CRA : 27 heures 9 minutes pour 12 atterrissages
- première méthode : 19 heures 44 minutes pour 12 atterrissages
- seconde méthode : 15 heures 30 minutes pour 11 atterrissages

Le CRA indique que cet OPL en AEL a effectué au moins cinq vols, soit 6 heures 25 minutes, de plus que la réalité. Cette erreur représente 26 % de son temps de vol.

### **1.16.5 Fatigue, charge de travail et ergonomie**

Le Laboratoire d'Anthropologie Appliquée a contribué à l'enquête en ce qui concerne les aspects fatigue, charge de travail et ergonomie. Les chercheurs du LAA ont exploité les éléments en possession du Bureau Enquêtes-Accidents, ont rencontré le CdB et l'OPL en AEL en siège observateur et ont participé à certains essais sur simulateur de vol. Le document intitulé "Contribution à l'analyse de l'incident du 23 novembre 1997" figure en annexe 6.

#### **1.16.5.1 Fatigue de l'équipage**

L'analyse des cycles activité-repos montre que le CdB présentait lors de ce vol un niveau important de fatigue lié :

- aux amplitudes de service,
- à la nature des vols réalisés en tant qu'instructeur.

Les deux OPL présentaient un niveau de fatigue modéré.

#### **1.16.5.2 Charge de travail du CdB lors de l'incident**

Le LAA conclut qu'au cours de l'approche finale, le CdB a supporté seul une charge de travail très élevée, du fait des circonstances de l'événement. Elle a été difficile à gérer en raison de sa fatigue et de l'absence d'implication du copilote.

Les essais réalisés en simulateur ont permis de vérifier l'ampleur de cette charge de travail, accrue par de nombreuses alarmes simultanées, avec des aspects a priori critiques sur le plan de l'ergonomie sensorielle.

#### **1.16.5.3 Ergonomie de l'aéronef**

Il ressort de l'étude du LAA que les aspects liés à l'ergonomie du cockpit, avec la présence d'informations erronées sur le FMA, une détection délicate d'erreur de sélection pour l'indicateur de cap<sup>2</sup> et la présence d'alarmes sonores simultanées, présentées de manière inadéquate pour être détectées et traitées correctement par l'équipage, ont pu contribuer à l'incident.

---

2 Les moyens pour le pilote de connaître l'axe ILS sélectionné dans le poste de pilotage sont :

- lecture de la valeur numérique de l'axe sur le DFGS
- lecture de la flèche sur le HSI

## **1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion**

### **1.17.1 La compagnie AOM Minerve S.A.**

#### **1.17.1.1 Structure**

La compagnie AOM Minerve S.A., née de la fusion des compagnies Air Outremer et Minerve le 1<sup>er</sup> janvier 1992, exploite essentiellement des lignes régulières long et moyen courrier. La desserte du réseau long-courrier se fait au moyen de treize DC 10-30 et celle du réseau moyen courrier de onze MD 83.

A l'époque de l'incident, AOM Minerve S.A. emploie environ 2700 personnes, dont 280 personnels navigants techniques et 800 à 1000 personnels de cabine.

A la fin de l'année 1996, la compagnie avait changé de direction et d'importantes modifications étaient intervenues dans l'encadrement.

#### **1.17.1.2 Recrutement**

L'arrivée d'un appareil supplémentaire en avril 1997 a permis à l'activité du secteur MD83 de croître de façon importante. Parce qu'au cours de l'hiver 1996-97, il avait été décidé qu'il n'y aurait pas de recrutement, il y a eu une pénurie d'équipages pour l'hiver 1997-98. Il y avait dix instructeurs pilote de ligne dans le secteur MD83 pour quarante-quatre CdB et quarante-deux OPL. Environ six mois avant l'incident, la compagnie a donc décidé de former vingt-deux OPL, six CdB et d'assurer deux premières Qualifications Techniques JAR 25. La première vague de formation, dont faisaient partie les deux copilotes en AEL du vol, avait débuté en octobre 1997.

#### **1.17.1.3 Formation**

AOM Minerve S.A. assure elle-même la qualification de ses équipages sur MD83. La qualification de type MD83 d'AOM Minerve S.A. a été définie en 1997 (approbation 7.18.90 du SFACT le 16 septembre 1997).

D'après le programme de formation de qualification de type, la formation des copilotes s'effectue de la façon suivante :

- 47 h 30 de cours théorique Avion
- 31 h de cours technique Utilisation
- 10 h en PF et 10 h en PNF sur simulateur de vol à base fixe
- 14 h en PF et 14 h en PNF sur simulateur de vol à base mobile
- en contrôle de formation, 2 h en PF et 2 h en PNF sur simulateur de vol à base mobile
- 1 h 40 de vols hors ligne
- 12 h d'instruction CRM

D'après leur livret de progression, le copilote et l'OPL en siège observateur avaient suivi cette formation. La formation CRM n'avait pas été inscrite mais l'exploitant a indiqué qu'elle avait été effectuée le 11 novembre 1997.

A l'issue de cette qualification, les copilotes effectuent une adaptation en ligne au sein de l'entreprise. Cette adaptation en ligne s'effectue sur le réseau et comporte quinze à vingt étapes. Il est prévu que les six premiers vols soient réalisés en présence d'un copilote confirmé qui fait office de membre d'équipage supplémentaire. Ultérieurement, la présence de ce deuxième copilote est supprimée lorsque l'instructeur le juge possible. Le livret de progression de l'OPL en siège observateur a indiqué qu'elle n'avait effectué que le premier vol d'adaptation en ligne en présence d'un copilote de renfort.

En mars 1994, la compagnie a loué un MD82<sup>3</sup> équipé d'une instrumentation "glass cockpit", c'est à dire à écrans cathodiques. A cette époque, les MD83 de la flotte avaient une instrumentation électro-mécanique. Une formation supplémentaire permettant le passage des pilotes sur avion glass cockpit a alors été mise en place. Il s'agissait, pour la partie théorique, de rajouter au programme de formation quatre heures de cours, et pour la partie pratique de s'assurer que chaque premier vol d'un équipage était effectué sous la surveillance effective d'un instructeur. La Direction de l'Aviation Civile (DAC) Nord a indiqué que cette formation supplémentaire s'adressait à des pilotes expérimentés.

Progressivement, tous les MD83 ont été équipés d'une instrumentation à écrans cathodiques et les pilotes recrutés par la compagnie ont été formés sur MD83 en utilisant le programme Minerve de qualification de type de 1989 (approbation n°33549 du SFACT le 30 mars 1989) complété de la formation glass cockpit sans que celle-ci soit modifiée.

En ce qui concerne la formation pratique, la DAC Nord a indiqué qu'un accord verbal avait été passé avec la compagnie : lorsque la formation sur simulateur de vol se déroule sur un avion glass cockpit, les vols hors ligne sont effectués sur un avion avec une instrumentation électro-mécanique et réciproquement. On a identifié en annexe 1 les vols effectués selon le type d'instrumentation.

Le secteur MD83 était la porte d'entrée dans la compagnie pour les pilotes. Après une période sur MD83, ils pouvaient passer sur DC10.

## 1.17.2 La Direction de l'Aviation Civile Nord

### 1.17.2.1 Organisation de la tutelle

La DAC Nord veille au respect par les transporteurs aériens rattachés à son territoire des règles de sécurité dans l'exploitation de leurs avions. Au moment de l'événement, cette fonction est assurée par la division Transport Aérien qui compte neuf ingénieurs pour la tutelle et quatre contrôleurs techniques d'exploitation.

La tutelle d'AOM est essentiellement assurée par le chef de la division Transport Aérien. Il a des contacts fréquents avec les représentants des divers secteurs de la compagnie.

---

3 Le MD 82 est très proche du MD 83, ils ont la même qualification de type.

### **1.17.2.2 Derniers contrôles**

Un contrôle d'exploitation effectué par la DAC et le GSAC en janvier 1997 avait conduit à mettre la compagnie en surveillance renforcée sur le plan de l'entretien. Cela correspond en pratique à une fréquence plus élevée des contrôles du GSAC (voir annexe 7).

Au cours de l'année 1997, trois contrôles en vol, satisfaisants, ont été réalisés par l'OCV, deux pour le secteur DC10 et un pour le secteur MD83 (voir annexe 8).

### **1.17.2.3 Sanctions**

En cas de dysfonctionnement constaté, la tutelle a la possibilité de renforcer les contrôles. Elle dispose également de trois moyens d'action de niveaux différents : elle peut déclencher la procédure de sanction d'un pilote au travers d'un registre R ; elle peut retirer un avion du CTA pour des raisons liées uniquement à cet aéronef ; elle peut suspendre ou même retirer le CTA (voir annexe 9). Ces actions ainsi que certains contrôles renforcés ont un impact financier pour l'exploitant. Enfin, la constatation d'une infraction et la transmission du procès verbal au procureur de la république peut déclencher des poursuites judiciaires. La tutelle dispose alors d'une possibilité de transaction.

## **1.18 Renseignements supplémentaires**

### **1.18.1 AOM Minerve S.A.**

#### **1.18.1.1 Gestion des personnels navigants techniques sur MD83**

Le volume "Généralités-Lignes" du manuel d'exploitation d'AOM Minerve S.A. comprend des chapitres relatifs au temps de travail du personnel navigant, à l'instruction (en particulier qualification de type MD83), au maintien, à l'actualisation et au contrôle des compétences.

En ce qui concerne le temps de travail, le manuel d'exploitation est strictement conforme à l'article D 422-4 (précédemment D 422-10) du Code de l'Aviation Civile :

*"... un temps de travail qui, exprimé en heure de vol, ne doit pas dépasser dans l'année une durée mensuelle moyenne de 75 heures, la durée de vol effectuée dans un mois considéré isolément ne pouvant excéder 95 heures, celle effectuée dans deux mois civils consécutifs 180 heures, ou celle effectuée dans trois mois civils consécutifs 265 heures ... la limitation mensuelle à 95 heures doit être respectée aussi bien entre le premier et le dernier jour de chaque mois civil qu'entre le 16 d'un mois civil et le 15 d'un mois suivant ...".*

#### **1.18.1.2 Procédures d'approches de précision**

Le manuel d'exploitation d'AOM Minerve S.A. contient dans la partie Utilisation les procédures développées, briefings, répartition des tâches et check-lists relatifs

aux approches de précision en catégories I réduite, II et III, et aux atterrissages. Il est déposé auprès de la tutelle.

Le manuel d'exploitation contient les informations suivantes :

- les MD83 sont classés dans la catégorie C, sous réserve que la MLW soit limitée à 148 000 lbs volets 40° et 140 000 lbs volets 28°,
- "toute procédure d'approche peut être entreprise quelles que soient les conditions météorologiques existantes sur l'aérodrome, jusqu'à un point spécifié défini comme suit : approche ILS : l'OM ou son équivalent publié (en cas de panne) ... ",
- "au point spécifié, l'approche sera interrompue, si les conditions météorologiques transmises par l'organisme habilité et reçues par l'équipage, sont inférieures aux minimums opérationnels de l'équipage ... Après ce point spécifié, quelles que soient les conditions météorologiques, l'approche peut être poursuivie jusqu'à DA ou jusqu'à Mapt dans le cas d'une MDA ... ",
- pour les approches de précision de catégorie I, lorsque plusieurs RVR sont disponibles, seule la valeur mesurée au seuil de piste est à prendre en compte,
- "pour les seuls aérodromes français, les minimums opérationnels REDUITS sont lis dans la partie ILS du cartouche repérée "AUTHORISED OPERATORS". Ensuite, si un renvoi numérique indique que des valeurs différentes sont autorisées (France auth) ce sont ces valeurs que l'on retiendra... Les valeurs entre parenthèses ne sont utilisables que par certains exploitants autorisés Cat II ou Cat III. Elles ne sont pas utilisables par les équipages d'AOM-MINERVE.",
- les cartes Jeppesen sont utilisées par les équipages de la compagnie.

Notons que les cartes (IAC, TMA) contenues dans l'AIP sont officielles, alors que les cartes Jeppesen, bien que très largement utilisées, ne le sont pas.

Il résulte de l'application des règles ci-dessus que pour les approches en catégorie I réduite à Paris Orly, les RVR minimales d'un équipage qualifié catégorie I réduite sont de 500 m pour la piste 26 et de 600 m pour la piste 07.

*Remarque : Les procédures d'approche de précision sont actuellement à l'étude dans le cadre des JAA.*

#### **1.18.1.3 Minimums pour la préparation des vols IFR en transport public**

L'annexe I de l'Arrêté du 27 juin 1996 fixe la détermination et l'utilisation des minimums opérationnels.

Dans le chapitre 7.2 "minimums pour la préparation des vols en IFR en transport public", "minimums de préparation du vol pour les aérodromes de destination et les aérodromes de dégagement à destination", il est précisé que :

*"Pour un vol en transport public un exploitant ne doit sélectionner un aérodrome de destination et/ou un aérodrome de dégagement à destination que si les observations ou prévisions météorologiques ou toute combinaison des deux indiquent que, pour la période débutant une heure avant et se terminant une heure après l'heure estimée d'arrivée, les conditions*

météorologiques seront égales ou supérieures aux minimums applicables de préparation du vol suivants :

- 1) minimums de préparation du vol pour un aérodrome de destination :
  - i) RVR/visibilité spécifiée conformément aux minimums opérationnels mentionnés dans la présente annexe ;
  - ii) et, pour les approches classiques ou les manœuvres à vue, le plafond est égal ou supérieur à la MDH ;
- 2) et minimums de préparation du vol pour le(s) aérodrome(s) de dégagement à destination :  
*Minimums de préparation du vol.*  
*Dégagements en route et à destination*

| Type d'approche      | Minimums de préparation du vol                                                                               |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Catégories II et III | Catégorie I (RVR)                                                                                            |
| Catégorie I          | Minimums d'approche classique<br>(RVR et le plafond doit être égal ou supérieur à la MDH)                    |
| Approche à vue       | Approche classique<br>(RVR et le plafond doit être égal ou supérieur à la MDH)<br>augmentés de 200 ft/1000 m |
| Manœuvres à vue      | Manœuvres à vue                                                                                              |

Dans le chapitre 7.3 "minimums pour la préparation des vols en IFR en transport public", "minimums de préparation du vol pour un aérodrome de dégagement en route ", il est précisé que :

*"Pour un vol en transport public, un exploitant ne doit sélectionner un aérodrome de dégagement en route que si les observations ou les prévisions météorologiques ou toute combinaison des deux indiquent que pour la période débutant une heure avant et se terminant un heure après l'heure estimée d'arrivée sur cet aérodrome, les conditions météorologiques seront égales ou supérieures aux minimums de préparation du vol, conformément au tableau ci-dessus"*

### 1.18.2 Exploitation de la Circulation Aérienne à Orly

Le Règlement de la Circulation Aérienne définit les services rendus par les contrôleurs d'approche et d'aérodrome.

Dans la partie "Dispositions générales", chapitre 2.2.2.3.1 "Responsabilité des organismes de la circulation aérienne en matière de contrôle de la circulation aérienne", "Vols IFR", "Collision avec les obstacles", il est précisé que :

*"il n'entre pas dans les buts du contrôle de la circulation aérienne de prévenir, en dehors de l'aire de manœuvre, les collisions entre les aéronefs en vol IFR et les obstacles. Il appartient au pilote commandant de bord de*

*s'assurer que les clairances émises par l'organisme de contrôle de la circulation aérienne ne compromettent pas la sécurité à cet égard, sauf lorsque l'aéronef est guidé par radar".*

Dans la partie "Contrôle d'approche", chapitre 4.3.7.1 "Renseignements pour les aéronefs à l'arrivée fournis par le contrôle d'approche", il est précisé que :

*"Dès que possible après l'établissement de la communication entre l'aéronef et l'organisme assurant le contrôle d'approche, les renseignements ci-après sont transmis à l'aéronef : ... renseignements météorologiques actualisés : ... visibilité, avec ses variations significatives en direction ou, si ce renseignement est disponible, portée visuelle de piste". Puis, dans les chapitres 4.3.7.2 et 4.3.7.3, il est précisé que "Au début de l'approche finale les renseignements ci-après sont transmis à l'aéronef :... visibilité, avec ses variation significatives en direction ou, si ce renseignement est disponible, portée visuelle de piste." et que "Au cours de l'approche finale, les renseignements ci-après sont transmis à l'aéronef :... variation de la visibilité ou, si ce renseignement est disponible, de la portée visuelle de piste".*

Dans la partie "Message des services de la circulation aérienne ", chapitre 9.3.3.2.4.3 "Messages contenant des renseignements météorologiques", "Spécifications relatives aux différents éléments transmis", "Portée visuelle de piste", il est précisé que :

*"Les valeurs de la portée visuelle de piste jusqu'à 800 m sont données par tranches de 25 m à 60 m, en fonction des observations disponibles, et les valeurs supérieures à 800 m sont données par tranches de 100 m."*

Le Règlement de la Circulation Aérienne contient les définitions suivantes :

- surveillance radar : "*utilisation du radar pour mieux connaître la position des aéronefs*",
- assistance radar : "*utilisation du radar pour fournir aux aéronefs des renseignements sur leur position ou des écarts par rapport à leur route*",
- guidage radar : "*utilisation du radar pour fournir aux aéronefs des caps spécifiés leur permettant de suivre la trajectoire désirée*".

Le manuel d'exploitation d'Orly définit les fonctions et responsabilités des contrôleurs LOC ainsi que les mesures à prendre en cas d'approche de précision en condition de faible visibilité. Le contrôleur LOC participe au contrôle de la circulation aérienne pour ce qui concerne les aéronefs évoluant sur les pistes et aux abords de l'aérodrome.

Dans le chapitre 7.3 intitulé "consignes contrôleur local" le manuel d'exploitation d'Orly indique : *pendant les approches de précision cat II et III*

- *Au premier contact communiquer les RVR seuil, mi-piste, extrémité de piste*

- *A l'O.M. (Outer Marker) : annoncer les nouvelles RVR si aggravation*

Remarque : le contrôleur peut donc utiliser le radar pour effectuer de la surveillance radar, de l'assistance radar, et, au-dessus de l'altitude minimale de sécurité radar, du guidage radar. Cette altitude minimale est égale à 2 000 pieds QNH aux environs de l'aéroport d'Orly.

### 1.18.3 Météo-France

L'instruction DGO/CO/AERO/96/01 du 2 avril 1996 indique que :

*"les observations météorologiques doivent être réalisées conformément aux recommandations de l'annexe 3 de l'OACI (supplément B) et du règlement technique de l'OMM, volume II, chapitre C.3."*

La décision DGO/CO/AERO/96/02 du 2 avril 1996 spécifie que l'aéroport de Paris Orly est de première catégorie météorologique, ce qui implique qu'une observation permanente avec veille SPECI est réalisée pendant la période nécessaire pour satisfaire la totalité des vols commerciaux.

L'instruction DGO/RE/95/10 du 28 novembre 1995 définit les critères pour l'émission d'une prévision d'atterrissement du type tendance avec un METAR, les seuils d'élaboration des SPECI, les critères pour insérer des groupes d'indicateur d'évolution ou pour amender les TAF (voir annexe 10).

## 1.18.4 Témoignages

### 1.18.4.1 Synthèse des témoignages des membres de l'équipage

Les éléments suivants résultent des documents fournis par l'équipage, complétés par divers entretiens.

La rotation incluant le vol de l'incident comprenait six étapes et un découché à Toulon. Pendant toutes ces étapes, l'équipage était constitué du CdB instructeur et des deux OPL en AEL, que nous appellerons pour les différencier OPL en AEL A et OPL en AEL B. D'après l'équipage, les vols se sont déroulés de la manière suivante :

| DATE                      | ETAPE          | OPL EN AEL |
|---------------------------|----------------|------------|
| samedi 22 novembre 1997   | ORLY NICE      | A          |
|                           | NICE ORLY      | A          |
|                           | ORLY TOULON    | B          |
| dimanche 23 novembre 1997 | TOULON ORLY    | B          |
|                           | ORLY MARSEILLE | B          |
|                           | MARSEILLE ORLY | A          |

L'ambiance était bonne et sereine dans le poste de pilotage.

Les OPL en AEL indiquent qu'ils n'avaient jamais volé ensemble auparavant. Le CdB était en place gauche, le copilote en place droite. Selon l'équipage, l'OPL en AEL en siège observateur participait à certaines tâches n'interférant pas avec la conduite du vol. L'OPL en AEL B indique qu'en siège observateur, elle ne pouvait voir que l'altimètre gauche et l'anémomètre droit.

Le CdB indique qu'il avait beaucoup de travail car il y avait de nombreux sujets à aborder avec les OPL en AEL. Lors du dernier vol, les sujets abordés avaient pour thème le carburant et la pressurisation. Le CdB précise que, du fait de l'instruction, les OPL en AEL avaient une charge de travail importante mais qu'ils suivaient bien ce rythme de travail.

#### Vol Toulon Orly du dimanche 23 novembre 1997

L'équipage indique :

- qu'il avait pris 21 000 lbs de carburant pour couvrir un dégagement sur le sud de la France,
- qu'en croisière, il a été décidé d'effectuer une approche de catégorie I réduite en mode "autoland",
- que la préparation de l'approche était détaillée : briefing, révision des annonces et check-list,
- que la piste en service à Orly était la 07 et qu'au moment de l'interception de l'axe d'approche, le contrôleur a proposé la piste 26 pour une raison de balisage,
- que l'atterrissement s'est effectué en mode "autoland" avec les minima de la catégorie I réduite en piste 26,
- que l'acquisition des références visuelles a eu lieu vers 200 pieds.

## **Vol Marseille Orly du dimanche 23 novembre 1997**

### **• Préparation du vol à Marseille**

L'équipage indique que le terrain de dégagement était Paris Charles de Gaulle. Il n'a pas déposé de plan de vol ni d'amendement au plan de vol automatique. Il n'y avait pas de NOTAM pour ce vol. Le dossier météorologique a été étudié par le copilote. La décision de partir a été prise à partir du TAF d'Orly. Les conditions météorologiques prévues sur le terrain de dégagement n'ont pas été regardées par le copilote mais par le CdB. Ce dernier a décidé de prendre du carburant supplémentaire pour couvrir une attente à Orly et un dégagement vers le sud de la France. Aucune option du sens d'atterrissement n'a été retenue lors du briefing pour l'arrivée à Orly.

### **• Décollage, croisière et approche**

L'équipage utilisait les cartes Jeppesen du 6 juin 1997 N°11-2 et 11-2A relatives à la procédure d'approche ILS piste 07 à Paris Orly. Le copilote était pilote en fonction du décollage jusqu'à la check-list descente sur Orly. A partir de cet instant le CdB est devenu le pilote en fonction et le copilote s'est occupé de la radio. L'approche d'Orly a donné des valeurs de RVR de la piste 07 très fluctuantes et légèrement inférieures aux minima de la catégorie I réduite. Le CdB a décidé de commencer l'approche pour la piste 07 en catégorie I réduite. La check-list et le briefing d'approche de précision ont été effectués. L'aéronef a été réglé radar pour la piste 07. Le copilote avait affiché le VOR OL avec l'axe 065°. L'ADF ORW 402 était sélectionné en tête 1 et 2. Le CdB indique qu'il avait sélectionné le mode ARC sur le ND.

### **• Evénement**

D'après le CdB, il a affiché la fréquence 108,5 MHz de l'ILS sur le panneau VHS NAV 1, l'a identifiée, l'a annoncée et a sélectionné par erreur l'axe d'approche 258° au lieu de 065°. Le copilote indique qu'il n'a pas vérifié l'affichage du CdB.

Le CdB indique qu'il a armé le mode "autoland". D'après l'équipage, le copilote a annoncé le passage de l'aéronef sur le 065° d'OL. Le CdB a vu apparaître sur le FMA le mode "LOC capture" et a annoncé "LOC capture heading QFU". Il indique qu'en regardant le HSI, il a ramené l'indicateur de cap sur la barre de l'ILS et s'est aperçu d'une incohérence. Le cap indiquait 078° alors qu'il aurait dû indiquer le QFU de la piste 07, à savoir 065°.

Le CdB indique qu'il a sélectionné le mode "heading select" sans l'annoncer. Il a demandé la sortie du train. Alors que l'aéronef était à une altitude de 3 000 pieds QNH et n'avait pas débuté la descente, le CdB s'est aperçu que l'aéronef était passé au-dessus du plan du radiophare d'alignement de descente et n'était pas sur l'axe du radiophare d'alignement de piste. Il a armé le mode "autoland" puis sélectionné une altitude de 2 000 pieds, le mode "vertical speed" à 1 500 ft/min et le mode "heading select" au cap 090°.

D'après l'équipage, le début de descente s'est effectué en VMC. Le CdB a demandé la sortie des volets 28. Le CdB indique qu'il a réalisé que l'axe ILS

affiché n'était pas le 065° mais le 258° quelques secondes avant que le contrôleur tour n'annonce à l'aéronef qu'il n'était pas sur l'axe. Il a corrigé l'erreur puis a essayé de revenir sur l'axe d'approche en mode "heading select". Le copilote indique qu'il a perçu et compris l'erreur d'affichage quand le CdB a effectué la correction.

Quelques secondes plus tard, le contrôleur tour a signalé que l'aéronef n'était pas sur l'axe et au même moment, sur instruction du CdB, le copilote a répondu que l'aéronef revenait sur l'axe d'approche. Le CdB a demandé la sortie des volets 40 et une vitesse de 150 kt. Le copilote a demandé à afficher l'ILS en place droite. Le CdB a accepté et le copilote a affiché l'ILS. Le CdB indique qu'il n'a pas vérifié l'affichage.

L'alarme "Glideslope" s'est déclenchée alors que l'avion était en ciel clair d'après le copilote en AEL en siège observateur ou venait juste d'entrer dans le brouillard d'après le copilote. D'après l'équipage, le brouillard a été rencontré vers 1 500 pieds QNH. Le CdB indique que pendant la descente les automanettes s'étaient déconnectées et qu'il les a réenclenchées, puis qu'il a réarmé le mode autoland mais que le système automatique n'a pas capturé le radiophare d'alignement de piste.

Le CdB a décidé d'effectuer une remise de gaz au moment où il a eu le sentiment que l'approche n'était pas stabilisée et qu'il était sous le plan. Il a annoncé "Toga Flaps 15". Pendant la remise de gaz, l'OPL en AEL en siège observateur a regardé l'altimètre et a vu 660 pieds QNH. Le copilote a regardé par la fenêtre latérale et a vu le sol. Puis, il a lu 50 pieds de hauteur radiosonde.

- **Fin du vol**

D'après le CdB, la remise de gaz s'est effectuée en mode manuel. Pendant l'éloignement en vent arrière, le copilote a dit avoir vu le sol et avoir lu 50 pieds à la radiosonde. Le CdB indique qu'il a été étonné par cette remarque. L'OPL en AEL en siège observateur a répondu avoir lu 660 pieds sur l'altimètre. L'équipage indique que le contrôleur tour lui a dit qu'il l'avait vu très bas. La remise de gaz, le tour de piste sous guidage radar et l'atterrissement en mode "autoland" en piste 07 se sont déroulés sans autre problème.

- **Remarques de l'équipage sur le vol**

La check-list et la procédure avant atterrissage n'ont pas été effectuées.

Le CdB n'a pas annoncé ses actions sur les systèmes automatiques. Ces actions ont été très rapidement menées. Il n'a pas entendu d'alarme, qu'elle provienne de l'avion, de l'équipage ou du contrôle, ni le signal de l'Outer Marker. Il n'a pas entendu d'information de vitesse de descente ou d'écart glide de la part de l'équipage. Il a eu l'impression que la remise de gaz avait eu lieu au niveau du Middle Marker vers 600 pieds de hauteur. Il n'a plus eu de notion de hauteur ni d'altitude à partir du moment où il a sélectionné le mode "vertical speed" en descente. Il n'a aucune idée de la hauteur à laquelle il a effectué la remise de gaz.

Le copilote n'a pas suivi les actions du CdB sur le système automatique jusqu'à la remise de gaz. Il a vu le radiophare d'alignement de descente en butée haute et a annoncé deux fois "glide". Les deux OPL en AEL ne savent pas si cette annonce a été entendue par le CdB. Le copilote a entendu les alarmes "Glideslope" et "Sinkrate". Il n'a pas entendu le signal de l'Outer Marker.

L'OPL en AEL en siège observateur a entendu les alarmes du GPWS "Glideslope" et "Terrain". La première alarme du GPWS du type "Sinkrate" ou "Terrain" a retenti alors que l'aéronef était en IMC. L'équipage n'a pas entendu d'alarme de type "Pull Up" ni d'annonce de hauteur du GPWS.

Ni le CdB ni le copilote en AEL ni l'OPL en AEL en siège observateur n'ont eu conscience d'un danger lors de l'événement.

Selon l'équipage, les instruments avion ont fonctionné normalement pendant tout le vol. Avant l'approche à Orly, l'équipage n'a pas entendu d'alarme GPWS ou d'alarme "Master Caution" au niveau 180.

Le CdB a informé le soir même son chef pilote d'une remise de gaz dans des conditions anormales.

Les deux OPL en AEL indiquent qu'ils n'avaient pas pris conscience avant l'événement de toutes leurs responsabilités en tant que membre d'équipage d'un vol commercial avec passagers.

- **Différences dans les témoignages**

L'OPL en AEL en siège observateur indique que la première alarme du GPWS "Glideslope" a eu lieu en VMC alors que le copilote indique qu'elle a eu lieu dans le brouillard.

Lors de la remise de gaz, l'OPL en AEL en siège observateur a vu les axes des ILS 1 et 2 affichés avec des valeurs différentes. Elle indique que le CdB a montré à l'équipage l'axe 258° affiché sur son ILS. Le CdB et le copilote indiquent que l'erreur de sélection de l'axe ILS côté gauche a été corrigée avant la descente finale.

#### **1.18.4.2 Synthèse du témoignage du contrôleur LOC**

Le contrôleur LOC était sur la fréquence tour 118,700 MHz, en contact avec l'équipage. Au moment de l'incident, il y avait du brouillard, pas de plafond, et les RVR étaient inférieures à 500 mètres. Le contrôleur ne voyait pas la piste à cause du brouillard. L'aéroport était en procédure de faible visibilité. L'ILS 07 était verrouillé en catégorie III. Le contrôleur utilisait le radar d'approche situé à sa droite et le radar sol situé à sa gauche. Il devait renseigner les strips et faire passer son regard du radar d'approche au radar sol pour suivre l'évolution des départs 08, leur position, l'évolution des arrivées 07 et leur position. Il devait également regarder l'écran "décor" pour lire les dernières RVR avant chaque mouvement.

- **Événement**

Au moment du contact, l'aéronef était en cap d'interception au sud ouest d'Orly. Il a croisé l'axe et a suivi une trajectoire proche de l'axe ILS qui l'a amené au nord de la balise ORW. Le contrôleur a signalé cette erreur de position à l'équipage, qui lui a répondu. L'aéronef a retrouvé l'axe peu avant l'Outer Marker. Le contrôleur a vu un niveau de vol situé entre 10 et 19 qui l'a interpellé, compte tenu de la position de l'aéronef. Il a contacté l'aéronef pour lui demander s'il était établi. L'équipage a tout de suite répondu qu'il remettait les gaz. A cet instant, il passait l'Outer Marker et le contrôleur a vu sur le radar d'approche le niveau de vol 04. Après la remise de gaz, il a gardé en fréquence l'aéronef et lui a fait faire un tour de piste.

Le contrôleur a informé sa hiérarchie de l'incident.

- **Remarques du contrôleur**

Le contrôleur précise qu'une fois que l'avion est sur l'ILS, il n'y a pas de consigne particulière à Orly concernant la surveillance radar (le règlement de la circulation aérienne s'applique). Beaucoup d'aéronefs étaient en attente au-dessus du terrain et attendaient que les conditions s'améliorent.

Les minima en piste 26 sont différents des minima en piste 07.

#### **1.18.5 Informations techniques relatives au MD83**

Le 23 juin 1998, en présence du représentant accrédité américain, les enquêteurs ont posé une série de questions techniques concernant les MD83 de même type que le F-GRMC aux représentants de Boeing Mac Donnel Douglas. Les informations qui suivent ont été fournies en réponse à ces questions.

##### **1.18.5.1 Comportement du MD83 en approche avec une erreur de sélection d'axe ILS**

L'axe ILS sélectionné par le pilote est utilisé dans la loi de contrôle directionnel latéral lors d'une capture d'axe. La loi de contrôle nécessite que la sélection d'axe ILS soit à peu près correcte pour assurer une capture d'axe d'alignement convenable. Dans ce cas, le FMA affichera "LOC CAP" jusqu'à ce que le système passe au mode "LOC TRK". Si l'erreur de sélection d'axe ILS est suffisamment importante, l'avion peut ne pas capturer convenablement l'axe. Le système restera en mode "LOC CAP" aussi longtemps que le signal du radiophare d'alignement de piste restera valide.

L'avionneur a effectué une série d'approches sur un simulateur de développement afin de déterminer à partir de quelle valeur d'erreur de sélection d'axe ILS la capture ne se réalise plus de manière convenable. Il en ressort que, dans les conditions de l'incident, l'approche automatique n'est plus réalisée au delà de 40° d'erreur.

Avec une erreur de 167° (erreur lors de l'incident), si le pilote n'était pas intervenu sur le contrôle de l'appareil en sélectionnant un cap, l'avion aurait continué à

suivre son cap d'interception et aurait divergé de l'axe d'approche. Si le signal du radiophare d'alignement de descente avait été reçu après l'affichage "LOC CAP" au FMA, l'avion aurait commencé à capturer le glide, à descendre, et serait passé en mode "GS TRK". Le pilote automatique se serait déconnecté dès qu'un des deux signaux localizer et glide aurait été perdu. Les modes horizontaux et verticaux seraient restés affichés au directeur de vol.

#### **1.18.5.2 Comportement du MD83 dans les conditions de l'incident entre 12 h 30 min 03 s et 12 h 30 min 07 s**

Rappel : A 12 h 30 min 03 s, le FMA affiche "LOC CAP" mais l'avion n'a pas commencé son virage pour capturer le radiophare d'alignement de piste. Le pilote sélectionne un cap et commence à diriger l'avion vers l'aéroport.

Si on sélectionne alors l'ILS, le FMA affiche à nouveau "LOC CAP" mais l'avion ne vire toujours pas vers l'axe de piste.

Si l'avion se trouve au delà de 2.7 points de déviation du localizer avant que l'on sélectionne l'ILS, le mode "LOC CAP" n'apparaît pas.

#### **1.18.5.3 Informations diverses**

Une réversion non commandée du mode "LOC CAP" vers le mode "HDG HLD" provoque toujours une déconnexion du pilote automatique.

En "autoland" ou en "ILS", le mode de capture du radiophare d'alignement de piste est identique et agit de la même manière.

Une sélection manuelle d'un cap pendant une approche a les effets suivants :

- si le mode ILS ou "autoland" est armé, il se désarme, le mode roulis de tenue de cap s'engage, et le mode tangage devient "V/S" ;
- si le pilote automatique est connecté, il reste connecté ;
- si le mode "autoland" est actif, une sélection manuelle d'un cap n'a plus aucun effet.

En mode "autoland", une déconnexion du pilote automatique sera indiquée au pilote par une alarme auditive et une alarme visuelle (lampe) jusqu'à ce que le pilote appuie sur le bouton de déconnexion du P/A ou reconnecte le P/A.

Une réversion de mode consécutive à une action du pilote sera indiquée au FMA par trois clignotements de l'affichage.

Lorsque la molette de vitesse verticale est actionnée très rapidement dans une direction (vers le haut ou vers le bas) il est possible que le système interprète le mouvement dans la direction opposée. Ce phénomène a été détecté lors des vols d'essai et a été rapporté en service. Une AOL qui explique ce phénomène a été envoyée aux compagnies (voir annexe 11).

Si le mode "autoland" est armé, une déconnexion du pilote automatique aura pour conséquence une réversion du mode en ILS. Si le pilote automatique est à nouveau connecté, le mode ILS sera pris en compte.

### Signaux enregistrés par le QAR

Les deux signaux provenant du GPWS sont envoyés au FDU puis enregistrés par le QAR. Ils proviennent des deux lampes d'avertissement en cockpit "GPWS" et "Below GS". L'alarme "Glideslope" enregistrée sur le QAR correspond à la lampe "Below GS" et est associée à une alarme sonore "Glideslope". L'alarme "Terrain" enregistrée sur le QAR correspond à la lampe "GPWS". Elle s'allume lorsqu'une alarme auditive du GPWS se déclenche, sauf pour les alarmes "Glideslope", "Minimums" ou les annonces de hauteur. Ces alarmes auditives sont par exemple : "Terrain Terrain", "Pull Up", "Sinkrate", "Don't Sink" (au décollage uniquement), "Too Low - Terrain" (à la rentrée des volets), "Too Low - Flaps", ou "Too Low - Gear".

### Gestion des alarmes en cockpit

Il y a trois sources d'alarmes auditives en cockpit : le CAWS (Central Aural Warning System), le GPWS et le TCAS (Traffic alert and Collision Avoidance System, non installé sur l'avion). Chacune de ces sources a ses propres haut-parleurs indépendants, installés dans le cockpit. Les alarmes auditives ne sont pas générées au niveau des casques.

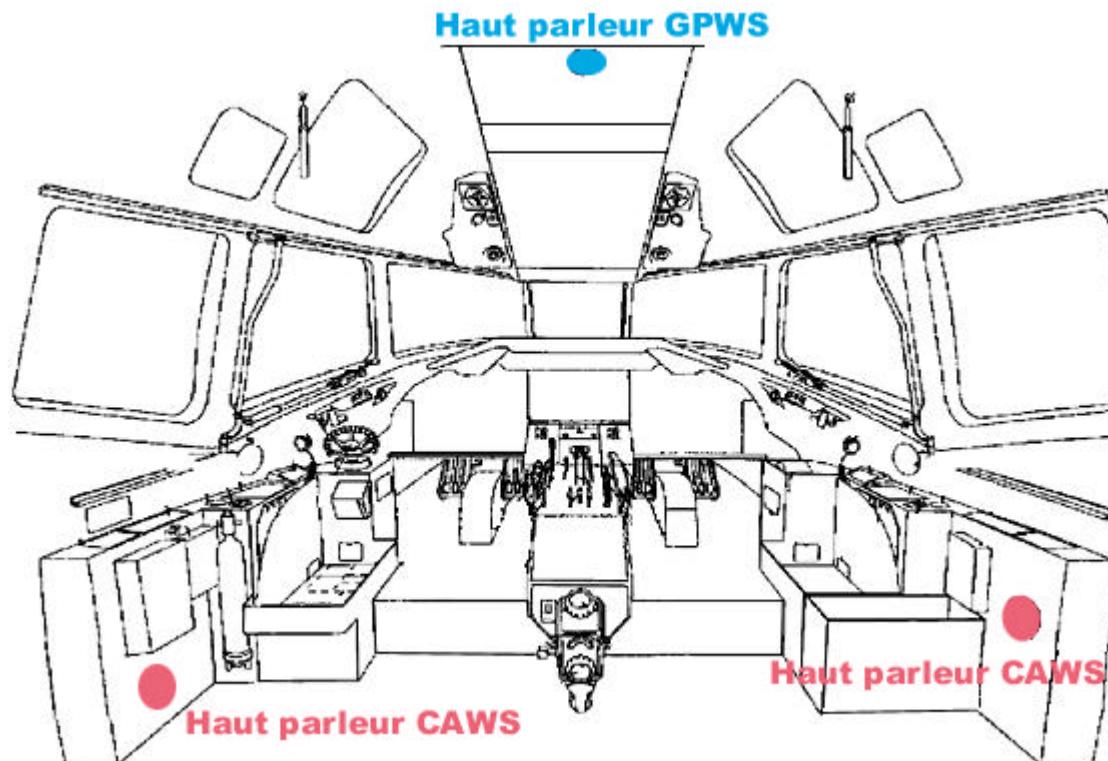
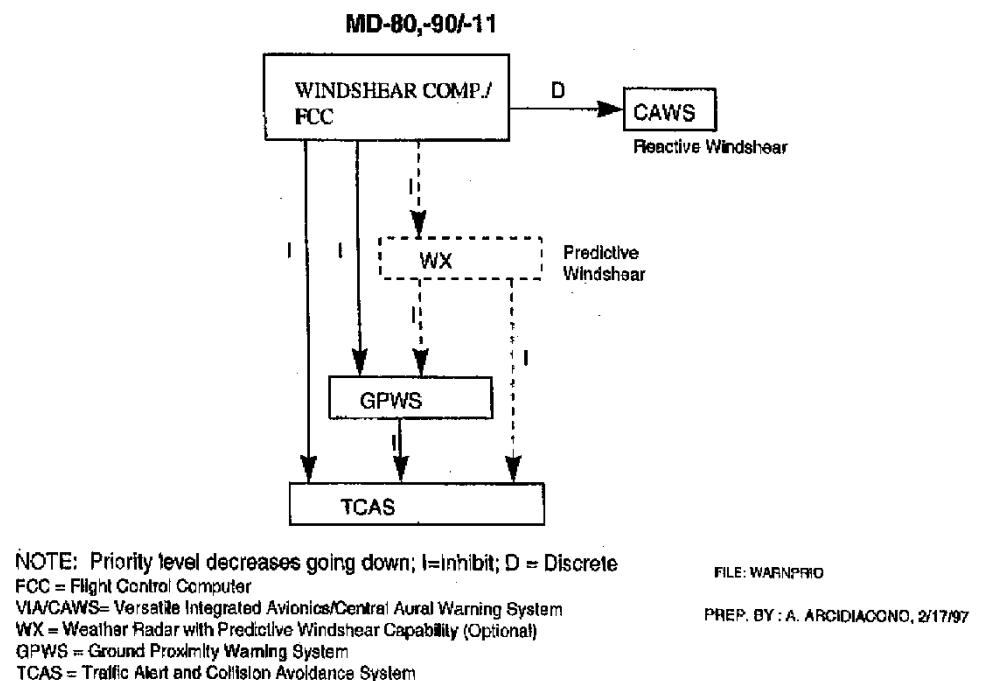


Figure 11

**MD-80/-90/-11/-95/-10**  
**WINDSHEAR, GROUND PROXIMITY, AND COLLISION AVOIDANCE WARNING SYSTEMS**  
**PRIORITY AND INHIBITS**



*Figure 12*

## CAWS

---

Chaque signal d'alarme produit par les systèmes de bord et envoyé au CAWS est placé dans une file d'attente. Chaque alarme a un niveau de priorité défini. Les alarmes de plus forte priorité sont placées dans la file d'attente avant les alarmes de plus basse priorité. Les alarmes restent dans la file d'attente et sont répétées tant que le système de bord les génère.

Les priorités des alarmes sont :

- "Tailwindshear", "Windshear", "Stall" (niveau 1 le plus élevé),
- "Headwindshear" (niveau 2),
- "Autopilot" (niveau 3 uniquement pour la première apparition de l'alarme),
- toutes les autres alarmes (niveau 4 le plus bas), dont les alarmes d'altitude et les apparitions ultérieures de l'alarme de déconnexion du pilote automatique.

Lorsque l'alarme auditive d'altitude est générée, elle est entendue toutes les 0,8 seconde (séquence de "C chord" suivie de l'annonce "Altitude") et la lampe d'alarme d'altitude reste allumée, jusqu'à ce que le pilote l'annule.

Les alarmes générées par le CAWS ont trois niveaux de volume. Le plus faible (niveau 3) est utilisé au sol à une vitesse inférieure à 50 kt. Le plus élevé (niveau 1) est utilisé pendant les phases d'approche et de décollage. Il diminue (niveau 2) lorsque le train est rentré et que la vitesse est supérieure à 210 kt en croisière.

## GPWS

---

Le volume des alarmes générées par le GPWS est unique. Les alarmes "Low Volume Glideslope" et "High Volume Glideslope" diffèrent par leur fréquence de répétition.

Tableau comparatif du volume en db des alarmes relativement au niveau 3 du CAWS :

| CAWS   |        | GPWS   |
|--------|--------|--------|
| niveau | volume | volume |
| 1      | +12 db | +13 db |
| 2      | +4 db  |        |
| 3      | 0 db   |        |

Les systèmes "Windshear" et TCAS ne sont pas installés sur la flotte d'AOM Minerve S.A.. Les alarmes CAWS et GPWS peuvent s'entendre simultanément.

### **Apparition du mode "ALT HLD" au FMA**

Il existe trois possibilités d'après le constructeur pour expliquer l'apparition du mode "ALT HLD" à 12 h 31 min 56 s :

- le pilote a sélectionné le mode "ALT HLD",
- le système a mal enregistré le code correspondant au mode "VERT SPD" qui diffère uniquement d'un bit du code du mode "ALT HLD",
- le pilote a bougé la molette de vitesse verticale jusqu'à une position proche de zéro, ce qui a activé le mode "ALT HLD".

### **Apparition du mode "EPR MCT" au FMA**

Il n'a pas été possible de reproduire dans les laboratoires de l'avionneur l'apparition du mode "EPR MCT" au FMA pendant la remise de gaz. Une hypothèse non confirmée est que le pilote aura sélectionné auparavant le mode "MCT" au TRI.

### **Approche de précision**

Le CdB est qualifié catégorie III, le copilote est qualifié catégorie I réduite, l'aéronef est équipé pour effectuer des approches de catégorie III.

L'équipage est autorisé à entreprendre des approches de précision dont la catégorie est la plus faible des trois précédentes, c'est à dire des approches de catégorie I réduite.

## 2 - ANALYSE DE L'INCIDENT

### 2.1 Scénario de l'incident

#### Etape du matin Toulon-Orly

A 8 h 08 min 41 s, au premier contact avec Orly Approche, le copilote en AEL (en siège observateur lors du vol de l'incident) annonce une approche de catégorie III pour la piste 07, alors que l'équipage n'est qualifié que pour les approches de catégorie I réduite. A 8 h 23 min 06 s, alors que l'équipage s'apprête à débuter la descente de 3 000 pieds vers la piste, Orly Tour indique un changement de piste : la 26 entre en service à cause d'un problème de balisage en 07.

A 8 h 24 min 40 s, Orly Tour indique une RVR de 650 mètres pour la piste 26. A 8 h 37 min 30 s, alors que l'équipage a annoncé avoir passé l'Outer Marker depuis trois minutes, Orly Tour indique une RVR de 400 mètres. A 8 h 38 min, l'avion atterrit en piste 26, en mode "autoland", c'est à dire qu'un pilote automatique est actif et que l'autre fonctionne et est prêt à prendre le relais.

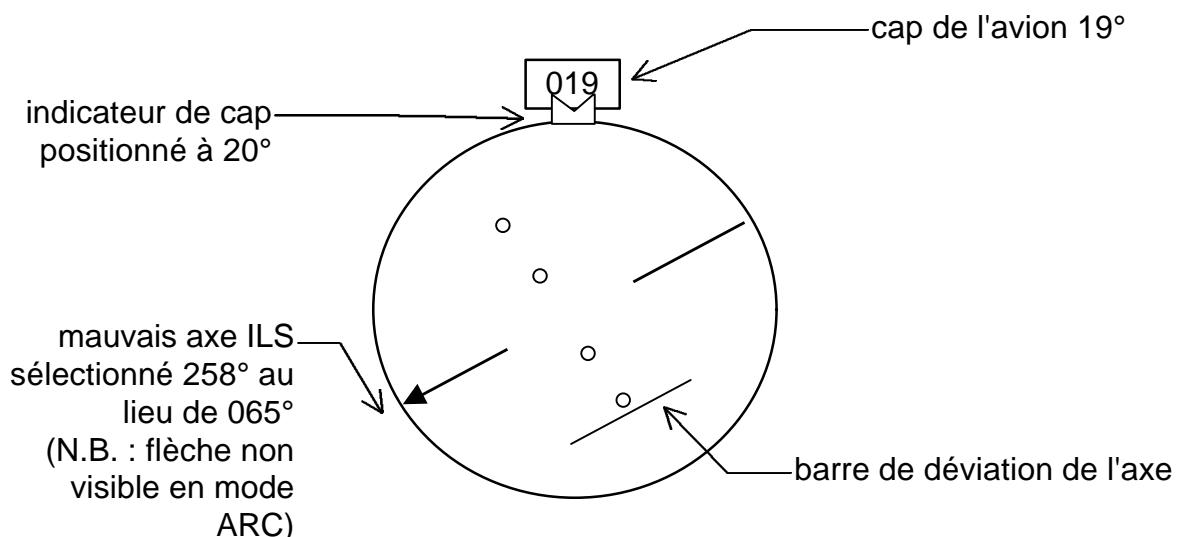
#### Vol de l'incident

A 12 h 26 min 23 s, en approche sur Orly, le CdB affiche l'axe 258° au lieu de 065° sur l'ILS 1 (à gauche). L'erreur d'affichage vient probablement d'une confusion avec la piste 26 d'axe 258° utilisée lors du vol du matin. Le copilote ne vérifie pas l'affichage. Le CdB utilise le mode "ARC" sur le HSI.

A 12 h 28 min 33 s, lorsque le CdB arme le mode d'atterrissement automatique "autoland", le panneau annonciateur de modes (FMA) présente les informations suivantes :

| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert) | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| LOW<br>LIM                 | AUTOLAND<br>ALTITUDE     | HEADING            | VERTICAL<br>SPEED   |

A 12 h 29 min 36 s, en interception de l'axe ILS de la piste 07, la barre de déviation d'axe de piste commence à bouger. Une représentation simplifiée du HSI du CdB (N.B. : dans toute cette partie, le HSI sera représenté en mode "ROSE" pour plus de lisibilité) est la suivante :

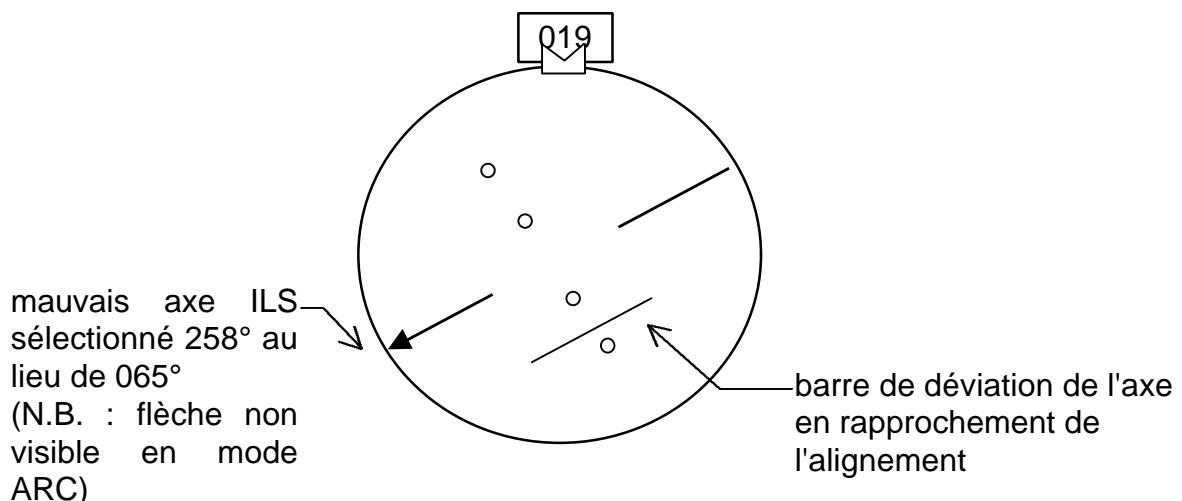


Le FMA présente les informations suivantes :

| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert) | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| SPEED                      | AUTOLAND                 | HEADING            | ALTITUDE HOLD       |

Les barres de tendance du directeur de vol sont centrées.

A 12 h 29 min 43 s, le mode "LOC capture" apparaît sur le FMA. Une représentation simplifiée du HSI du CdB est la suivante :

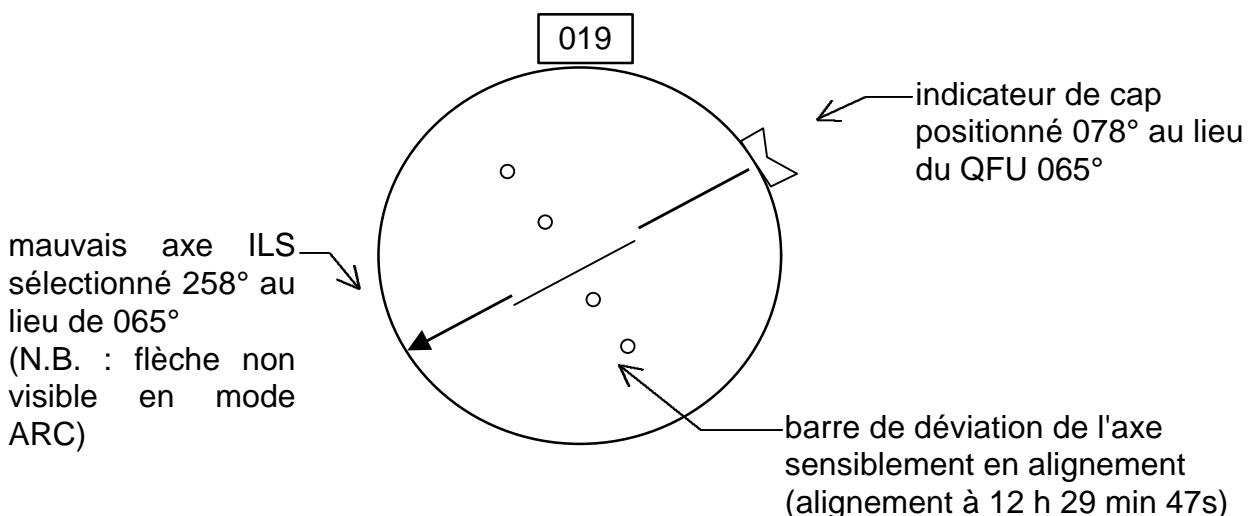


Le FMA présente les informations suivantes :

| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert)   | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| LOW<br>LIM                 | AUTOLAND                 | LOCALIZER<br>CAPTURE | ALTITUDE<br>HOLD    |

Les barres de tendance du directeur de vol sont toujours centrées.

Le CdB croit ramener l'indicateur de cap sur la tête de la flèche de la barre de l'ILS mais en réalité le ramène sur la queue de l'ILS. Il s'aperçoit alors que le cap indique 078° alors qu'il attend le QFU de la piste 07. Il cherche à comprendre cette différence entre le cap attendu et le cap indiqué, ce qui augmente sa charge de travail. A partir de cet instant, il agit seul. Le copilote, qui n'est plus informé de la situation, ne comprend plus les actions du CdB. Une représentation simplifiée du HSI du CdB est alors la suivante:



Le FMA présente les informations suivantes :

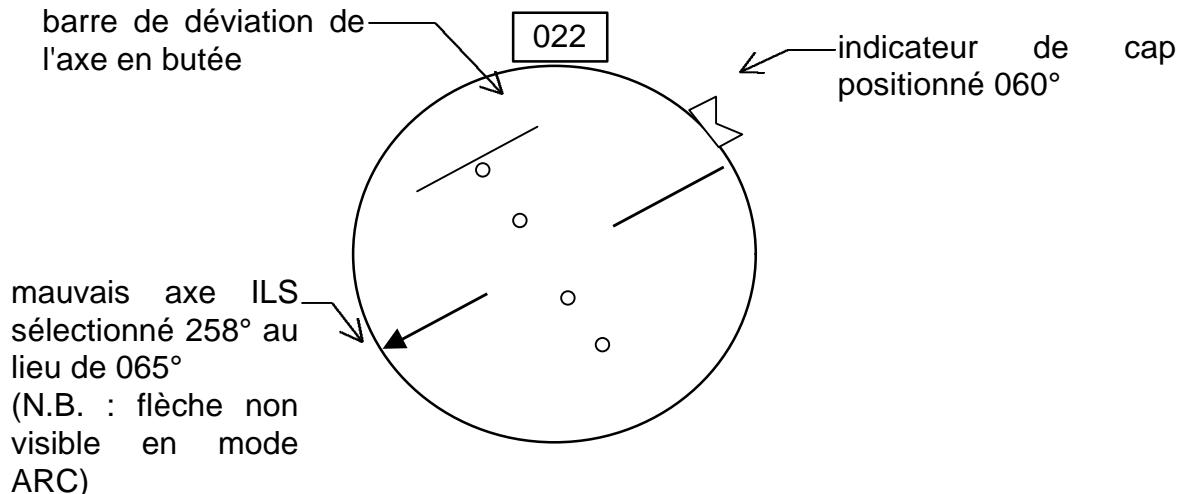
| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert)   | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| LOW<br>LIM                 | AUTOLAND                 | LOCALIZER<br>CAPTURE | ALTITUDE<br>HOLD    |

Les barres de tendance du directeur de vol sont toujours centrées.

Du fait de l'erreur de sélection de l'axe ILS et malgré l'affichage du FMA, le système automatique ne capture pas le radiophare d'alignement de piste et l'avion garde un cap constant. Le CdB s'aperçoit de l'incohérence entre l'affichage du FMA et le comportement de l'avion mais n'en comprend pas encore la raison.

A 12 h 29 min 57 s, la barre de déviation d'axe arrive en butée. Deux secondes plus tard, le CdB sélectionne un cap de 060° au DFGS, probablement pour revenir vers l'axe du localizer qu'il croit à gauche et avoir un cap proche de l'axe de percée. En effet, il n'a toujours pas réalisé que la tête de la flèche de sélection

d'axe ILS pointe vers une direction sensiblement à 180° de celle de l'axe ILS. Dans cette configuration, l'axe du localizer est matérialisé à gauche sur le HSI. Cette sélection a pour effet de désarmer le mode "autoland", et de remplacer le mode "localizer capture" par le mode "heading select". Notons que si le CdB n'avait pas sélectionné de cap, l'avion aurait poursuivi sa route à cap constant sans jamais intercepter l'axe localizer. La représentation simplifiée du HSI du CdB est la suivante:



Le FMA présente les informations suivantes :

| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert) | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| LOW<br>LIM                 |                          | HEADING<br>SELECT  | ALTITUDE<br>HOLD    |

Les barres de tendance du directeur de vol sont toujours centrées.

A 12 h 30 min 01 s, le CdB arme le mode "ILS" puis le mode "localizer capture" apparaît sur le FMA. Mais dans cette configuration (avion s'éloignant de l'axe d'approche et erreur de sélection de l'axe ILS) le système automatique ne peut toujours pas capturer le localizer et l'avion garde un cap constant. Le FMA présente les informations suivantes :

| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert)   | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| SPEED                      | ILS                      | LOCALIZER<br>CAPTURE | ALTITUDE<br>HOLD    |

A 12 h 30 min 07 s, le CdB sélectionne à nouveau le mode "heading select" au même cap 060°, ce qui a pour effet de désarmer le mode "ILS" et de remplacer le mode "localizer capture" par le mode "heading select". Il n'a toujours pas réalisé l'erreur de sélection d'axe ILS.

Le FMA présente les informations suivantes :

|                            |                          |                    |                     |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert) | mode tangage (vert) |
| SPEED                      |                          | HEADING<br>SELECT  | ALTITUDE<br>HOLD    |

A 12 h 30 min 20 s, l'aéronef passe au-dessus du plan d'approche. Le CdB réalise qu'il se trouve à gauche de l'axe localizer et au-dessus du plan glide.

A 12 h 30 min 29 s, il arme le mode "ILS". A 12 h 30 min 40 s, il arme le mode "autoland", affiche une altitude de préparation de remise de gaz de 2 000 pieds, sélectionne un taux de descente de l'ordre de 2 300 ft/min, un cap de 090° et une vitesse d'approche finale inférieure à 149 kt (en effet, 149 kt est la vitesse minimale enregistrée par le QAR pendant la descente et l'automanette maintient toujours les moteurs au ralenti vers une vitesse sélectionnée donc plus faible). Le CdB a décidé de capturer le glide par le haut et en même temps de rattraper le localizer par virage à droite en prenant un angle d'interception de l'ordre de 20°.

A partir de cet instant, il focalise toute son attention sur l'interception de l'axe localizer et n'a plus conscience de la position de l'avion dans le plan vertical.

A la suite de ces actions, le FMA présente les informations suivantes :

|                            |                          |                    |                     |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert) | mode tangage (vert) |
| LOW<br>LIM                 | AUTOLAND                 | HEADING<br>SELECT  | VERTICAL<br>SPEED   |

Les barres de tendance du directeur de vol sont toujours centrées.

L'avion revient vers l'axe d'approche et descend en ciel clair.

Le CdB réalise qu'il a affiché un mauvais axe ILS et le corrige. Il poursuit l'approche. Maintenant il attend de revenir sur l'axe du localizer, la barre de déviation localizer du HSI est en butée à droite. Il a à sa disposition les indications de l'ADF et du directeur de vol, barres de tendance toujours centrées.

A 12 h 31 min 6 s, l'avion passe sous le plan de descente. A 12 h 31 min 19 s, l'avion passe 1 750 pieds QNH et l'alarme d'altitude se déclenche. Il n'est pas possible de dire si l'équipage annule cette alarme. A 12 h 31 min 26 s, à une hauteur radiosonde de 916 pieds, l'alarme "Low Volume Glideslope" du GPWS se déclenche. A 12 h 31 min 28 s, le CdB déconnecte le pilote automatique. En conséquence, le mode armement "autoland" est automatiquement remplacé par le mode armement "ILS" et l'alarme de déconnexion du pilote automatique se déclenche et se superpose à celle du GPWS déjà active. Il n'est pas possible de dire si l'équipage annule l'alarme du pilote automatique.

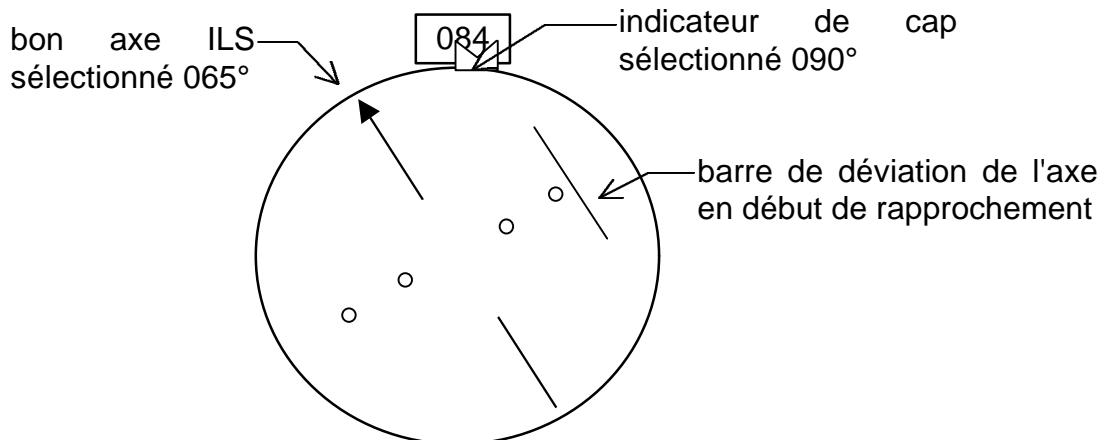
Le FMA présente les informations suivantes :

| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert) | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| LOW<br>LIM                 | ILS                      | HEADING<br>SELECT  | VERTICAL<br>SPEED   |

A 12 h 31 min 30 s, à une hauteur radiosonde de 783 pieds, l'alarme "Sinkrate" se déclenche pendant deux secondes. L'alarme "Low Volume Glideslope" est de nouveau active dès la fin de l'alarme "Sinkrate".

A 12 h 31 min 36 s, l'avion passe 1 250 pieds QNH en descente et l'alarme d'altitude se déclenche une nouvelle fois et se superpose à celle du GPWS. Elle n'est pas annulée par l'équipage et continuera à sonner jusqu'à ce que l'avion atteigne à nouveau 1 250 pieds QNH en montée après la remise de gaz.

A 12 h 31 min 43 s, le mode "LOC capture" apparaît sur le FMA et la barre du radiophare d'alignement de piste, jusqu'alors en butée droite, commence à bouger. Les barres de tendance du directeur de vol qui étaient centrées jusque-là indiquent maintenant au pilote la trajectoire à suivre pour rejoindre l'axe du localizer. Le CdB fait virer l'avion à gauche pour intercepter l'axe d'approche.



Le FMA présente les informations suivantes :

| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert)   | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| LOW<br>LIM                 | ILS                      | LOCALIZER<br>CAPTURE | VERTICAL<br>SPEED   |

A 12 h 31 min 49 s, le CdB connecte le pilote automatique à une hauteur radiosonde de 415 pieds, probablement parce qu'il a vu l'apparition de "LOC CAP" sur le FMA et qu'il pense pouvoir encore exécuter l'approche. Puis il arme le mode "autoland".

Le FMA présente les informations suivantes :

| mode automanette<br>(vert) | mode armement<br>(ambre) | mode roulis (vert)   | mode tangage (vert) |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| LOW<br>LIM                 | AUTOLAND                 | LOCALIZER<br>CAPTURE | VERTICAL<br>SPEED   |

A 12 h 31 min 54 s, à une hauteur radiosonde de 279 pieds, l'alarme "Sinkrate" se déclenche à nouveau pendant sept secondes et se superpose à l'alarme d'altitude toujours active.

A 12 h 31 min 56 s, le CdB déconnecte le pilote automatique, probablement parce qu'il pense ne plus pouvoir arriver à stabiliser l'avion. L'alarme de déconnexion se mélange à l'alarme d'altitude et se superpose à l'alarme du GPWS. Le CdB débute une remise de gaz à une hauteur radiosonde de 200 pieds environ.

## 2.2 Actions du CdB

Lors de l'incident, le CdB perd conscience de la position de l'avion dans le plan vertical. Même la remise de gaz est effectuée sans qu'il se soit rendu compte de sa très faible hauteur. Cette perte de conscience de la position verticale peut être attribuée à la focalisation de son attention sur la navigation horizontale.

Plusieurs décisions ont amené à l'incident. Tout d'abord, le CDB a entrepris, comme probablement lors du vol du matin, une approche de catégorie III avec un équipage non qualifié. Il n'a pas annoncé ses actions au copilote inexpérimenté qu'il considérait comme un élève et qui est ainsi devenu un simple spectateur. Il a mis l'avion en descente sans être établi sur l'axe du localizer et alors qu'il était au-dessus du plan de descente. Enfin, plutôt que d'interrompre l'approche, il l'a poursuivie en même temps qu'il essayait de comprendre ce qui n'allait pas.

La focalisation du CdB sur le plan horizontal résulte d'un problème de compréhension du comportement du système de navigation horizontal de l'avion. En effet, au moment de l'interception de l'axe, le comportement de l'avion et les informations fournies par le FMA n'étaient pas cohérents. Ses tentatives de résoudre le problème en revenant au mode basique puis en tentant une nouvelle capture en mode automatique ont été infructueuses. De plus, confronté à une difficulté, il n'a pas travaillé avec l'OPL. Sa charge de travail est ainsi devenue importante, nonobstant un niveau de fatigue déjà élevé. Ses performances étaient donc diminuées. Il ne pouvait pas résoudre tous les problèmes à la fois et s'est concentré sur celui concernant sa position dans le plan horizontal. Enfin, ni les alarmes, trop nombreuses, trop fréquentes et qui se superposaient, ni les informations visuelles en poste, ni ses stagiaires, trop confiants et pas assez expérimentés, n'ont attiré son attention sur le plan vertical.

Le CdB a remis les gaz lorsqu'il a eu la sensation de ne plus pouvoir stabiliser l'avion avant l'atterrissement et d'être sous le plan de descente. Il n'a jamais eu conscience de sa hauteur. Toutes les protections contre une collision avec le sol ont échoué. C'est uniquement l'intuition d'un pilote expérimenté qui a évité l'accident.

## 2.3 Comportement de l'équipage

Tout au long de la journée, deux priorités paraissent s'imposer spontanément à l'équipage, la réalisation des vols commerciaux prévus et la formation accélérée des deux OPL en AEL. Cette attitude ne peut être purement fortuite. Elle reflète bien plus probablement les objectifs généraux de l'ensemble de l'entreprise, confrontée d'une part au défi que représentait la formation en urgence de nombreux pilotes pour faire face à la pénurie amenée par des choix antérieurs et d'autre part à la nécessité d'assurer son programme commercial.

Le CdB a agi seul. Le copilote avait conscience d'un problème dans le plan vertical car il a annoncé le radiophare d'alignement de descente et a regardé dehors. L'OPL en siège observateur avait également conscience d'une situation anormale. Pourtant ni l'un ni l'autre ne sont intervenus. Plusieurs éléments permettent d'expliquer le fonctionnement incorrect de l'équipage :

- les deux OPL avaient la qualification de type MD83 mais n'avaient pas encore terminé l'adaptation en ligne.
- ils avaient très peu d'expérience, contrairement au CdB, ce qui a favorisé leur attitude passive.
- les fonctions de l'OPL en siège observateur n'étaient pas clairement définies, que ce soit par le CdB ou par la compagnie. Elle n'avait pas les fonctions d'un copilote de sécurité ni la compétence pour assurer cette fonction. Toutefois, elle avait déjà assumé cette fonction sur un autre type d'aéronef au sein d'une autre compagnie.

Pendant l'approche, les deux OPL en AEL se sont comportés comme des élèves face à un instructeur. N'ayant pas conscience de leurs responsabilités dans la conduite d'un vol commercial, ils ont eu une attitude passive. La situation d'instruction a inhibé le CRM. Jamais ils n'ont eu le sentiment d'un danger.

En conclusion, le CdB s'est retrouvé en situation d'assumer à lui seul les fonctions de commandant de bord, copilote et instructeur pendant le vol de l'incident. Il n'y avait pas de contrôle des actions et des décisions du CdB, ni de contrôle mutuel. Ni les fonctions d'OPL ni les fonctions de copilote de sécurité n'étaient assurées à bord de l'appareil ce qui n'est pas acceptable du point de vue de la sécurité d'un vol de transport public.

*Remarque : Le copilote de sécurité auquel il est fait référence ci-dessus correspond à la notion actuelle de "membre d'équipage de conduite désigné et formé au fin de supervision" (Arrêté du 15 février 1999 relatif aux conditions d'utilisation des avions exploités par une entreprise de transport aérien).*

## 2.4 Heures de vol de l'équipage

Il est clair que les exploitants doivent suivre les heures de vol de leurs pilotes, par exemple pour contrôler leur formation et planifier les vols. Or les heures de vols enregistrées par la compagnie étaient différentes des heures de vol réellement effectuées. Son système de gestion des heures de vol n'était pas assez évolué. Il ne reproduisait pas le CRA. Il s'agissait d'un système qui comptait les heures de présence à bord d'un aéronef (quelle que soit la position dans l'aéronef) mais qui

ne prenait pas en compte les mises en place. Il était tout à fait possible de trouver plus de deux pilotes sur le même vol. La compagnie ne pouvait donc pas connaître avec précision les heures de vol réglementaires de ses pilotes. Elle ne pouvait donc pas non plus respecter son manuel d'exploitation.

Les PNT sont responsables de leurs comptes personnels. Cependant, certains, dont le CdB du vol de l'incident, utilisaient les relevés d'heures de vol de la compagnie pour comptabiliser et noter leurs heures de vol sur leur carnet de vol. Comme les relevés étaient faux, ils ne pouvaient pas savoir s'ils respectaient ou non la réglementation.

Le CdB a dépassé à plusieurs reprises les limites du temps de vol réglementaire :

- 95,58 heures de vol du 16 août au 15 septembre et 104,77 heures de vol du 16 octobre au 15 novembre alors que la limite réglementaire est de 95,
- 181,50 heures de vol du 1 juillet au 31 août alors que la limite réglementaire est de 180,
- 271,12 heures de vol du 1 juillet au 31 septembre et 267,77 heures de vol du 1 août au 31 octobre alors que la limite réglementaire est de 265.

Les copilotes en AEL, comme la compagnie, comptaient des heures de vol même lorsqu'ils se trouvaient en siège observateur. Ils ont ainsi obtenu leur aptitude à la fonction OPL alors que leurs heures de vol effectives étaient inférieures d'environ 25 % aux heures déclarées. Dans ces conditions, certains jeunes OPL n'avaient pas le nombre minimal d'heures de vol eu égard au programme déposé par la compagnie et donc probablement pas la compétence pour assurer cette fonction.

## 2.5 Fatigue du CdB

Un vol d'instruction génère une fatigue plus importante qu'un vol normal. De plus, dans le cas du CdB, la réglementation lui a permis d'effectuer des séances de simulateur ainsi que des heures de travail au sol qui n'étaient pas comptées dans son temps de travail (voir §1.18.1.1.). Dans ces circonstances, il est possible d'accumuler beaucoup de fatigue tout en respectant strictement la réglementation sur le temps de travail. Or la fatigue est un élément important en matière de sécurité. Elle peut diminuer la performance du pilote, entraînant une augmentation significative du nombre d'erreurs.

En ce qui concerne l'incident proprement dit, le CdB avait accumulé une fatigue importante par ses nombreux vols en tant qu'instructeur, les séances de simulation, le travail au sol et le dépassement du temps de vol réglementaire. Cela a vraisemblablement contribué à l'erreur d'affichage de l'axe ILS et a diminué sa performance face à une situation qui induisait une charge de travail élevée.

## **2.6 Formation de l'équipage**

La présentation et l'utilisation des informations en poste de pilotage sont différentes entre des instrumentations conventionnelle et sur écrans cathodiques. Il faut donc une adaptation spécifique pour passer de l'une à l'autre. Dans le cadre d'AOM Minerve S.A., cette adaptation s'adressait au départ à des pilotes expérimentés. Elle n'était pas adaptée aux copilotes en AEL car ceux-ci n'ont pas assez d'expérience en ligne. Elle ne leur permettait pas d'effectuer suffisamment de vols sur avion "glass cockpit". Cet état de fait a été aggravé par le non respect de l'accord verbal avec la DAC qui précisait que les copilotes qui avaient été formés sur un simulateur à instrumentation conventionnelle devaient faire leurs premiers vols d'adaptation en ligne sur avion à instrumentation cathodique (cf. annexe 1).

En conclusion, la formation des OPL MD83 sur avion à instrumentation cathodique était insuffisante.

## **2.7 Ergonomie du poste et comportement de l'avion**

Lors de l'interception de l'axe du localizer avec une erreur de sélection d'axe de l'ordre de 180°, le FMA a indiqué que l'avion était en mode de capture du localizer ("LOC CAP") alors qu'en fait il ne pouvait pas le capturer. Lorsque le CdB s'est aperçu que l'avion ne capturait pas, il avait à sa disposition deux informations contradictoires : la barre de déviation du localizer en butée sur le HSI et "LOC CAP" affiché au FMA. Cette contradiction l'a perturbé. De plus, s'il n'était pas repassé en mode "heading select", l'avion n'aurait effectivement pas intercepté le localizer mais aurait quand même probablement capturé le glide. Il serait alors paradoxalement descendu sur le plan du glide à plusieurs dizaines de degrés de l'axe de piste avec une information au FMA : "LOC CAP", "G/S TRK".

Dans certaines circonstances, comme celles de l'incident, le FMA peut générer ou conserver des informations fausses ("LOC CAP" alors que l'aéronef ne va pas capturer le localizer ou que le signal localizer est perdu) en situation critique (approche finale et erreur non détectée d'affichage de l'axe ILS). Ces informations ont perturbé le pilote. Une simple erreur d'affichage de l'axe ILS est à l'origine de ce problème et le reproduira systématiquement sur le MD83.

Pourtant, la spécification française concernant ce point indique "LOC capture priority versus GS capture in ILS capture". Cette formule est imprécise. Elle n'exprime pas clairement ce qui est techniquement exigé, c'est à dire que le localizer ait été effectivement intercepté et suivi avant que le système puisse capturer le glide. Il est évident que le constructeur de l'avion ne l'a pas comprise ou qu'il a considéré que l'appareil, déjà certifié aux USA, y répondait. Quoi qu'il en soit, un défaut de l'avion n'a ainsi pas été mis en évidence. En effet, sur MD83, le FMA indique bien "LOC CAP" avant "G/S CAP". Comme les recherches qui ont suivi l'incident l'ont démontré, ceci ne veut pas dire que l'avion va capturer le localizer avant le glide, mais seulement qu'il sera en mode de capture du localizer avant de passer en mode de capture du glide.

L'erreur de sélection de l'axe ILS est détectable de trois manières :

- affichage numérique sur le DFGS
- direction et sens de la flèche sur le HSI
- indication anti-directionnelle de la barre de déviation localizer sur le HSI

Dans le cas de l'incident, l'affichage n'avait pas été vérifié par le copilote sur le DFGS. Conformément aux procédures, le CdB a vérifié l'axe à l'aide du HSI. Comme l'erreur était de l'ordre de 180°, la direction de la flèche était bonne ; il n'a pas réalisé qu'elle pointait dans le mauvais sens. L'indication du sens est moins lisible que l'information de direction, notamment dans le mode ARC qu'il utilisait.

La simulation de l'événement a mis en évidence plusieurs problèmes. Tout d'abord, il y a trop d'alarmes au même moment : l'équipage est saturé. Ensuite, il n'existe pas de système de gestion de priorité des alarmes ni de leur intensité. Enfin, les alarmes générées par le GPWS sont prioritaires devant les annonces de hauteur générées par le même système. De ce fait, l'équipage n'a pas perçu certaines annonces de hauteur ni certaines alarmes du GPWS. La fréquence des alarmes est telle qu'elles perdent leur efficacité.

En conclusion, l'absence de gestion des alarmes en poste a eu pour conséquence que la dernière sécurité contre une collision avec le sol que représente le système GPWS n'était plus efficace. Lorsqu'elles se superposent, trop alarmes indépendantes deviennent inefficaces et perturbent même l'équipage.

## 2.8 Actions du contrôleur

Il n'a pas été possible de déterminer ce que le contrôleur voyait sur son écran, la réglementation n'imposant pas l'enregistrement de cette information fondamentale. Or cela aurait été utile pour l'enquête. On peut cependant tenter d'expliquer pourquoi le contrôleur a très vite remarqué l'écart latéral de l'avion mais s'est aperçu tardivement de sa déviation verticale.

D'abord, le contrôleur n'a pas pour fonction de surveiller les avions en approche finale. Celui-ci avait d'autres tâches à effectuer (gestion des avions au roulage, gestion des décollages, élaboration des strips, fourniture des informations météorologiques - tâche importante en conditions de faible visibilité -) qui détournaient son attention de l'avion.

D'autre part, les étiquettes des plots radar indiquent des niveaux de vol alors qu'en approche, sous le niveau de transition, les équipages utilisent l'information d'altitude. Pour une altitude donnée, la valeur du niveau de vol peut varier de  $\pm 10$  en fonction de la pression atmosphérique. Cette indication ne suffit pas pour alerter rapidement le contrôleur de l'altitude trop faible de l'avion.

Il existe un système qui aurait pu avertir le contrôleur s'il avait été installé à Orly : le MSAW. Ce système est déjà en évaluation à Lyon. Les résultats de la simulation montrent qu'il aurait prévenu le contrôleur du rapprochement dangereux du sol trente secondes avant la remise de gaz, alors que l'avion se situait encore à une hauteur d'environ 900 pieds.

## **2.9 Tutelle de la compagnie**

L'OCV a effectué trois contrôles en vol durant l'année 1997, deux sur DC10 et un sur MD83. Ces contrôles répétés plus fréquemment auraient certainement permis de mettre en évidence des dysfonctionnements. Mais leur fréquence en 1997 a été très insuffisante en ce qui concerne le secteur MD83.

L'enquête a montré que de nombreux dysfonctionnements au sein de la compagnie avaient été détectés. Ces dysfonctionnements n'ont pas été immédiatement corrigés car la DAC ne dispose que d'un éventail réduit de moyens d'action, aux conséquences très fortes (essentiellement la suspension du CTA). Dans la plupart des cas, comme les conséquences d'une sanction effective apparaissent disproportionnées par rapport au dysfonctionnement, elle n'a donc recours qu'à la mise en garde. L'accumulation progressive de dysfonctionnements, même mineurs, peut mener à un événement grave. Or ils seront rarement sanctionnés donc probablement pas corrigés. Parce que l'éventail des sanctions n'est pas assez progressif, il n'atteint pas son objectif de sécurité.

## **2.10 Informations météorologiques lors de la préparation du vol**

Le TAF devient invalide dès que le METAR contient une différence significative. Le jour de l'événement, il aurait donc dû être modifié pour Paris Orly et Paris Charles de Gaulle, ce qui n'a pas été fait par manque de procédure systématique.

Lors de la préparation du vol, les TAF et METAR de Paris Orly donnant des informations contradictoires, le CdB a pris en compte, comme le lui permet la réglementation, le moins contraignant du point de vue opérationnel, c'est à dire le TAF. La tendance du METAR, toujours de meilleure qualité car plus récente, indiquait pourtant des conditions défavorables à une décision d'effectuer le vol. Conscient que les conditions météorologiques à destination et sur l'aéroport de dégagement risquaient de ne pas permettre l'atterrissement, il a pris suffisamment de carburant pour revenir se poser dans le sud de la France si nécessaire. Mais l'événement l'a montré, une décision de demi-tour est difficile à prendre quand on est arrivé à destination et que les conditions sont seulement marginales.

## **2.11 Utilisation des minima lors d'une approche de précision**

Les approches de précision sont basées sur les minima. Lors du vol du matin, les dernières RVR transmises à l'équipage douze minutes avant le passage de l'Outer Marker lui permettaient de poursuivre son approche. Par la suite, neuf minutes avant le passage de l'OM, elles sont descendues en dessous de 450 mètres et se sont dégradées de façon permanente. Ces valeurs inférieures aux minima de l'équipage (500 m) devaient l'amener à interrompre son approche mais elles ne lui ont pas été communiquées en temps voulu. Il faut noter que le manuel d'exploitation d'Orly indique que le contrôleur doit annoncer à l'équipage à l'Outer Marker les nouvelles RVR s'il y a eu aggravation, ce qui n'a pas été fait lors du vol du matin.

D'après le règlement de la circulation aérienne, le contrôleur doit fournir les RVR à chaque changement significatif, mais c'est difficilement applicable avec des conditions météorologiques rapidement fluctuantes.

Lors de conditions météorologiques marginales, un équipage décide de poursuivre l'approche finale en fonction de plusieurs critères. La RVR au seuil de piste doit être supérieure à une valeur minimum lors du passage en un point précis de l'approche (à la verticale de l'OM pour Orly). Or d'après le règlement de la circulation aérienne, le contrôle fournit les RVR non pas à une position précise de l'avion mais en début d'approche puis en théorie à chaque évolution significative. La procédure ATC et la procédure équipage ne correspondent pas vraiment. De même, à Orly, on a vu que la procédure spécifique de communication des RVR à la verticale de l'Outer Marker ne permet pas d'assurer que l'équipage aura effectivement cette information avant le passage de ce point, ce qui le conduit alors à poursuivre l'atterrissement.

## 2.12 Cartes utilisées en vol

La carte Jeppesen que l'équipage a utilisée, comme le prévoit son manuel d'exploitation, n'était pas conforme à la carte officielle de l'AIP. Bien que les cartes IAC et TMA soient les seules cartes officielles, elles ne sont pas obligatoires. En fait, les cartes officielles ne sont pas utilisées par de nombreuses compagnies dans le monde qui préfèrent utiliser les cartes Jeppesen plus pratiques mais comme on l'a vu, dont la validité du contenu n'est pas toujours assurée. La société éditrice des documents Jeppesen garantit l'exactitude des informations et des procédures qu'elle décrit mais aucun organisme indépendant ne vérifie la conformité de ces documents avec les documents de référence officielle. Il est surprenant qu'il n'existe pas de procédure d'homologation par exemple au niveau de l'IATA.

## 2.13 Enregistreurs de bord

Pour comprendre l'événement, il a été nécessaire de faire des hypothèses sur les informations présentées à l'équipage en poste de pilotage, sur les actions de l'équipage sur les systèmes, sa charge de travail et son fonctionnement, ainsi que sur le moment où les conditions de vol sont passées d'IMC à VMC. Les informations fournies par le QAR (identiques à celles de l'enregistreur de paramètres) ne permettaient pas en effet de répondre à ces questions.

Les mêmes difficultés ont été rencontrées lors de l'enquête sur l'accident du Mont Saint Odile en 1992. Aucun enregistrement ne permettait de connaître les actions de l'équipage sur le mode vertical de l'avion.

La lecture du BITE du GPWS a permis de mettre en évidence deux types d'alarmes : "Glideslope" et "Sinkrate". Les simulations chez le constructeur ont confirmé que les alarmes "Low Volume Glideslope", "Sinkrate" et "High Volume Glideslope" s'étaient probablement déclenchées. Les deux alarmes GPWS "Glideslope" et "Terrain" enregistrées sur le QAR correspondent respectivement à l'allumage des lampes en poste "Glideslope" et "Warning".

Par ailleurs, seule la simulation a permis de déterminer avec certitude les alarmes émises lors de l'incident. Une simple lecture du QAR aurait conduit à une confusion entre les alarmes auditives et les alarmes visuelles du GPWS, et donc à une interprétation fausse de l'événement, et cela d'autant plus que le témoignage de l'OPL en AEL en siège observateur faisait état d'une alarme de type "Terrain".

## 2.14 Notification des incidents

Les personnes impliquées dans cet incident, que ce soit l'équipage ou le contrôleur, n'ont pas perçu immédiatement la gravité de ce qui était arrivé. L'OPL a vu le sol et a lu une cinquantaine de pieds de hauteur sur la radiosonde. Mais pendant la phase de vent arrière qui a suivi l'incident, l'OPL en siège observateur a indiqué avoir lu 660 pieds sur l'altimètre et l'équipage s'est convaincu que l'avion n'était pas descendu aussi bas. Il n'a donc pas signalé l'incident aux autorités administratives. Le CdB a cependant informé le soir même son chef pilote d'une remise de gaz dans des conditions anormales. De son côté, le contrôleur a informé sa hiérarchie de l'incident, mais l'information n'est pas parvenue au Bureau Enquêtes-Accidents.

A la suite de l'information donnée par le CdB, son encadrement a demandé à l'analyse des vols d'avancer le dépouillement du QAR. C'est ce dépouillement qui a permis de vérifier la gravité de l'événement. Cela explique que le Bureau Enquêtes-Accidents ait été averti de l'incident seulement quatre jours après son occurrence. Entre-temps cependant, des contacts informels ont semble-t-il eu lieu avec plusieurs personnes de l'aviation civile, non compétentes en l'occurrence.

On constate là une dérive par rapport au Code de l'Aviation Civile qui prévoit que tout événement susceptible d'avoir mis en cause la sécurité du vol doit être immédiatement notifié. On peut, bien sûr, considérer que le dialogue pilote contrôleur pouvait apparaître comme la notification de l'événement. Cependant dans ce cas, conformément au Code, le CdB devait envoyer dans les 48 heures un compte rendu au Bureau Enquêtes-Accidents, ce qui n'a pas non plus été fait. De plus, on constate des retards dans la transmission de l'information une fois sa gravité déterminée. Il semblerait qu'il y ait une tendance à considérer que seuls les événements particulièrement graves doivent être notifiés au Bureau Enquêtes-Accidents, peut-être même après un début d'analyse, alors que l'objectif de la notification est au contraire de permettre, si nécessaire après concertation, la décision éventuelle d'ouverture immédiate d'une enquête officielle.

### **3 - CONCLUSIONS**

#### **3.1 Faits établis**

- L'aéronef était certifié et entretenu conformément à la réglementation en vigueur.
- L'équipage détenait les brevets, licences et qualifications réglementaires nécessaires à l'accomplissement du vol. Il était qualifié pour effectuer des approches de catégorie I réduite.
- L'exploitant avait décidé la formation urgente de nombreux équipages pour faire face à la pénurie qu'il connaissait depuis plusieurs mois.
- Les deux OPL présents dans le poste d'équipage étaient en adaptation en ligne. Le commandant de bord avait la qualification d'instructeur.
- L'exploitant ne connaissait pas avec précision les heures de vol effectuées par les navigants.
- Le niveau de fatigue du commandant de bord était élevé.
- Les prévisions contenues dans le TAF et le METAR utilisés par l'équipage pour la préparation du vol étaient différentes. Cette différence était supérieure aux critères de modification du TAF.
- Le TAF permettait, réglementairement, à l'équipage d'entreprendre le vol.
- Le commandant de bord était pilote en fonction lors de l'approche. Il a affiché un mauvais axe ILS. Cette erreur n'a pas été détectée par l'équipage.
- La mention "LOC CAP", c'est à dire le mode de capture du localizer, s'est affichée au FMA alors que le système automatique de conduite du vol, compte tenu de l'erreur d'affichage, ne permettait pas à l'avion de capturer l'axe du localizer.
- Dans cette configuration, l'avion, bien que n'ayant pas capturé le localizer, pouvait alors capturer et suivre le glide, c'est à dire se mettre en descente. Ce point n'avait, semble-t-il, jamais été identifié.
- La spécification française concernant la capture d'un ILS manque de clarté. Elle n'est pas assez contraignante.
- Pendant l'approche, la charge de travail du commandant de bord était très élevée. A partir du moment où l'avion est passé à gauche de l'axe du localizer, le commandant de bord n'a plus annoncé ses actions au copilote.
- Le commandant de bord, constatant un problème, a fait virer l'avion en sélectionnant le mode "heading select" puis il l'a mis en descente. A cet instant, l'avion se trouvait au-dessus du plan de descente.

- Pendant la descente, le copilote n'est pas intervenu auprès du commandant de bord.
- Pendant la descente, le commandant de bord a perdu la conscience de la position de l'avion dans le plan vertical. Il focalisait son attention sur le plan horizontal.
- Pendant la descente, le commandant de bord n'a pas entendu les alarmes du GPWS, l'alarme d'altitude et l'alarme de déconnexion du pilote automatique.
- Le CAWS et le GPWS génèrent indépendamment des alarmes. Celles-ci sont apparues simultanément pendant la descente.
- Le commandant de bord ne s'est pas rendu compte de la très faible hauteur de l'avion au moment de la remise de gaz.

### **3.2 Causes de l'incident**

L'incident est dû à la décision de mettre l'avion en descente alors qu'à la suite d'une erreur d'affichage celui-ci n'était ni sur l'axe d'alignement de piste ni sur le plan de descente et sans avoir fixé de cadre à cette manœuvre improvisée.

L'importance donnée au sein d'AOM à la formation accélérée de nouveaux copilotes et à la réalisation des vols a directement contribué à l'incident.

D'autres facteurs contributifs sont :

- l'état de fatigue du commandant de bord ;
- le déséquilibre de l'équipage de conduite, composé d'un instructeur très expérimenté et d'un copilote insuffisamment formé, ce qui a favorisé la disparition du travail en équipage et de toute procédure au moment de l'augmentation de la charge de travail ;
- l'ergonomie des alarmes de l'avion et un défaut du système automatique de conduite du vol.

## **4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE**

### **4.0**

Le rapport préliminaire sur l'incident contenait six recommandations de sécurité, reprises ci-après :

*L'enquête n'est pas terminée. Compte tenu des éléments déjà recueillis, le Bureau Enquêtes-Accidents estime cependant nécessaire d'émettre certaines recommandations.*

*Au cours de l'enquête, même si cela n'a joué aucun rôle dans le déroulement de l'incident, il a été noté que :*

- *la carte IAC d'approche aux instruments ILS en piste 07 à Paris Orly du 17 juillet 1997 indiquait dans un cartouche : "début descente sur clairance radar 7.8 NM OL à 2000 (1711)",*
- *la carte Jeppesen d'approche aux instruments 11-2A du 6 juin 1997 indiquait dans un cartouche "radar monitoring during final descent starts at 2000 (1711) D7.8 OL" ce qui peut se traduire en français par "la surveillance radar pendant la descente finale débute à 2000 (1711) D7.8 OL". Cette information est différente de celle de la carte officielle française.*

*Les cartes Jeppesen ne constituent pas une référence officielle. Toutefois, Jeppesen indique dans sa garantie "expressly warrants that it has accurately graphically depicted the flight procedure prescribed by applicable government authorities ..." (Jeppesen garantit spécifiquement qu'il a reproduit graphiquement de manière précise les procédures de vol préconisées par les autorités gouvernementales). De plus, ces cartes sont utilisées en permanence par la grande majorité des pilotes de transport public.*

*En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande :*

- ***que Jeppesen mette la carte d'approche d'Orly en conformité avec la carte officielle française.***

*Dans le groupe tendance du METAR de 10 h 00 d'Orly, une amélioration de la visibilité de 450 à 800 mètres était prévue. Dans celui de Roissy, aucun changement significatif n'était prévu. Dans les TAF 0918 d'Orly et de Roissy une amélioration de la visibilité jusqu'à 2000 mètres était prévue entre 9 et 11 heures.*

*Il n'y a pas eu d'amendement aux TAF malgré l'incohérence avec la tendance des METAR.*

*En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande :*

- ***que Météo-France rappelle aux prévisionnistes qu'ils doivent amender les TAF dès qu'un seuil d'amendement est prévu.***

*Lors de la préparation du vol à Marseille, la tendance du METAR de 10 h 00 d'Orly n'a pas été prise en compte par l'équipage.*

*En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande :*

- ***que la DGAC s'assure que la formation des pilotes met clairement en évidence que la plupart des METAR contiennent des tendances, qui sont des prévisions météorologiques valables deux heures, et peuvent être utilisées pour la préparation des vols de courte durée,***
- ***que la DGAC rappelle aux équipages qu'en cas d'incertitude ou de contradiction entre les éléments du dossier météorologique, ils peuvent s'informer directement auprès du centre météorologique.***

*Le temps de vol du CdB dans l'année 1997 (cf. paragraphe 1.5.1.1) dépasse à plusieurs reprises les limites fixées par le décret n°97-999 du 29 octobre 1997 :*

- *95,58 heures de vol du 16 août au 15 septembre et 104,77 heures de vol du 16 octobre au 15 novembre alors que la limite est de 95,*
- *181,50 heures de vol du 1 juillet au 31 août alors que la limite est de 180,*
- *271,12 heures de vol du 1 juillet au 31 septembre et 267,77 heures de vol du 1 août au 31 octobre alors que la limite est de 265.*

*En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande :*

- ***que la DGAC veille à ce que les compagnies aériennes disposent des informations qui leur permettent de faire évoluer la planification des vols de façon à éviter que les pilotes ne puissent dépasser le temps de travail réglementaire.***

*Pendant l'approche, le contrôleur tour constate une anomalie à la lecture du niveau de vol. Il contacte l'équipage alors que la remise de gaz a débuté. L'organisme de contrôle d'Orly n'est pas encore équipé du système MSAW.*

*Conformément à la recommandation 42.3. du rapport de la commission d'enquête sur l'accident du Mont-Saint-Odile survenu le 20 janvier 1992, le système MSAW (Minimum Safe Altitude Warning), déjà opérationnel à Lyon depuis le 19 juin 1997, est en cours d'installation sur d'autres aérodromes. L'objectif de ce système est de permettre à l'organisme de contrôle d'informer l'équipage d'un aéronef en cas de rapprochement dangereux par rapport au relief.*

*En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande :*

- ***que la DGAC accélère l'installation du système MSAW et en priorité sur les aérodromes à fort trafic.***

#### **4.1**

L'analyse a permis de constater une forte focalisation du commandant de bord sur la navigation latérale au détriment de la surveillance de la trajectoire verticale.

La commission d'enquête sur l'accident du Mont Sainte Odile survenu le 20 janvier 1992, avait recommandé (recommandation 44.3) "*que soient étudiés les moyens permettant de rétablir sur les avions de nouvelle génération un meilleur équilibre dans la présentation des informations de position horizontale et verticale en renforçant ces dernières (ex : représentation du profil vertical planifié, figuration topographique, figuration des altitudes de sécurité), et en développant les moyens annexes permettant d'accentuer la conscience de l'équipage vis à vis de sa situation verticale (ex : annonces automatiques de hauteurs significatives franchies en descente avant la phase d'approche finale)*". Cette recommandation reste d'actualité.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **la DGAC, en liaison avec les JAA et la FAA, fasse évoluer la réglementation de certification de façon à assurer sur les avions de nouvelle génération un meilleur équilibre dans la présentation des informations de position horizontale et verticale.**

#### **4.2**

L'adaptation en ligne, aujourd'hui vol en ligne sous supervision, correspond à une période transitoire pendant laquelle les OPL n'ont pas encore l'aptitude de copilote mais enassument la fonction. Il s'agit de mettre en pratique les connaissances acquises en formation.

Lors de l'incident, le copilote en AEL n'a pas réagi en copilote. Il a laissé agir seul le commandant de bord instructeur. Il n'avait pas conscience de toutes ses responsabilités de copilote.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **les modalités d'exécution des vols en ligne sous supervision garantissent la présence effective d'un pilote supplémentaire formé à la supervision.**

#### **4.3**

L'enquête a montré que ni les pilotes ni l'exploitant ne connaissaient les heures de vol réellement effectuées. Le système de calcul des heures de vol ne prenait pas en compte les mises en place. Le temps de vol du commandant de bord dans l'année 1997 (cf. paragraphe 2.4) dépasse à plusieurs reprises les limites réglementaires. Le Bureau Enquêtes-Accidents considère que ces aspects sont

couverts par la cinquième recommandation du rapport préliminaire rappelée ci-dessus.

L'enquête a également montré que les OPL en AEL comptaient des vols en siège observateur, ce qui correspondait au minimum à 25 % d'heures de vol en plus. En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **AOM Minerve S.A. s'assure que les vols comptabilisés par les pilotes en formation ont réellement été effectués en tant que membre d'équipage.**

#### **4.4**

Un vol d'instruction génère une fatigue plus importante qu'un vol normal. Les séances de simulateur ne sont pas comptées dans le temps de travail. Enfin, les heures de travail au sol s'ajoutent aux heures de vol en terme de fatigue. Or, la réglementation du temps de travail des navigants ne prend pas en compte tous ces éléments.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **la réglementation sur le temps de travail des navigants prenne en compte tous les aspects générant de la fatigue.**

#### **4.5**

- La représentation de l'axe ILS sur le HSI n'a pas permis au commandant de bord de se rendre compte de l'erreur d'affichage de l'ordre de 180°.
- Dans certaines conditions, le FMA peut afficher LOC CAP alors que le système automatique ne permet pas à l'avion de capturer le localizer.
- Les conditions spéciales de la certification française concernant la capture d'un axe ILS pour les MD83 ne sont ni claires ni assez contraignantes. Elles n'ont pas permis d'identifier un défaut de l'aéronef qui, l'enquête l'a montré, est reproductible sur le simulateur du constructeur.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **le constructeur avertisse les exploitants de MD83 que, dans certaines conditions, les modes actifs affichés au FMA peuvent différer de ce que l'avion est effectivement en train de faire.**
- **la FAA, en liaison avec la DGAC, impose sans délai la modification du MD83 afin que les modes actifs affichés au FMA indiquent ce que l'avion est effectivement en train de faire.**
- **la DGAC s'assure que les exigences de la certification française, et maintenant européenne, soient claires en ce qui concerne la capture d'un ILS.**

#### **4.6**

Un autre aspect de l'ergonomie a également contribué au développement du mécanisme de l'incident. En effet, l'enquête a montré que les alarmes générées par le CAWS et le GPWS peuvent apparaître simultanément et se superposer. Lors de l'incident, les alarmes CAWS ont masqué celles du GPWS et ce mécanisme est susceptible de se reproduire dans d'autres circonstances. L'enquête sur l'accident du Mont Sainte Odile avait déjà identifié l'impact possible sur la sécurité des vols de l'ergonomie des postes de pilotage.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **les règlements de certification soient modifiés de telle façon que la certification prenne en compte la gestion d'ensemble des alarmes en poste ;**
- **la mise en œuvre de ce point ainsi que de la recommandation 44.3 du rapport sur l'accident du Mont Sainte Odile survenu le 20 janvier 1992 soient une priorité pour la DGAC et au sein des JAA.**

#### **4.7**

L'information en niveau de vol présentée au contrôleur sur son écran radar n'est pas la même que celle utilisée par les équipages en dessous du niveau de transition, à savoir l'altitude.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **la DNA étudie la possibilité de présenter aux contrôleurs des positions verticales exprimées en altitude lorsque l'avion est sous le niveau de transition.**

#### **4.8**

Trois contrôles en vol ont été effectués durant l'année 1997, dont un seul sur MD83. Cette fréquence était de toute évidence très insuffisante, notamment en tenant compte de l'augmentation rapide de l'activité de la compagnie.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **la DGAC augmente de manière significative le nombre de contrôles en vol, notamment en cas d'évolution significative de l'activité d'une compagnie.**

#### **4.9**

La DAC dispose d'un éventail réduit de moyens d'action envers une compagnie. Cela conduit à ne pas sanctionner systématiquement les dysfonctionnements rencontrés ou à reporter leur correction par le jeu de dérogations successives. L'objectif de sécurité n'est donc pas atteint.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **la DGAC établisse une gamme échelonnée de sanctions qui permette de prendre des mesures systématiques, rapides et adaptées aux problèmes rencontrés.**
- **la DGAC interdise que des reports de la date limite soient accordés pour la correction d'un dysfonctionnement.**

#### **4.10**

On a vu au paragraphe 2.11 que la procédure ATC de fourniture des informations météorologiques pendant l'approche n'était pas adaptée aux conditions du jour de l'incident (fluctuations rapides des RVR). Lors du vol du matin, l'équipage n'aurait pas dû pouvoir poursuivre l'approche après l'OM.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **la DGAC modifie la procédure de délivrance des informations météorologiques lorsque celles-ci sont dégradées afin d'assurer que les équipages sont informés de la valeur de la visibilité au moment où il leur appartient de décider de la poursuite de l'approche.**

#### **4.11**

Une recommandation du rapport préliminaire traite de la mise en conformité de la carte d'approche d'Orly. Les cartes Jeppesen sont largement utilisées par les transporteurs aériens. Les erreurs que peuvent éventuellement renfermer ces cartes ont donc un impact potentiel sur la sécurité. C'est pourquoi le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **les transporteurs aériens s'assurent de la validité de la documentation remise aux équipages et, le cas échéant, attirent l'attention de ceux-ci sur les différences ou erreurs identifiées.**

#### **4.12**

Aucun système d'enregistrement ne permettait de connaître les actions de l'équipage sur le mode vertical de l'avion. En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents, sur la base de la recommandation 43.4 du rapport sur l'accident du Mont Sainte Odile, recommande que

- **soit mis en place l'enregistrement sur support protégé d'images des planches de bord du poste de pilotage, ces images étant synchronisées avec les autres enregistrements réglementaires.**

#### **4.13**

Il n'a pas été possible de déterminer ce que le contrôleur a vu sur son écran radar. Ce n'est pas la première fois que cette difficulté est rencontrée lors d'une enquête.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **la DGAC installe des moyens permettant de restituer l'image effectivement présentée sur l'écran radar.**

#### **4.14**

Il est apparu à la lecture des données du QAR, identiques à celles enregistrées sur le FDR, que les noms des paramètres "Glideslope" et "Terrain" ne correspondaient pas aux données réellement enregistrées, c'est à dire aux lampes en poste "Glideslope" et "Warning". En l'absence de simulations, cela aurait pu fausser une partie de l'analyse de l'incident.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande que

- **les avionneurs s'assurent que les dénominations des paramètres dans les grilles de décodage des enregistreurs de bord correspondent aux paramètres réellement enregistrés.**

## **COMMENTAIRES DU NTSB**

Conformément aux dispositions de l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation Civilie Internationale, les Etats-Unis ont été invités, en tant qu'Etat de conception et de construction de l'aéronef, à désigner un représentant accrédité pour participer à l'enquête. En application de la norme 6.9 de l'Annexe 13, le projet de rapport a été envoyé au représentant accrédité qui a adressé en retour les commentaires américains.

Le BEA a pris en compte ces commentaires, mais cela ne l'a pas amené à modifier ses conclusions comme le proposait le représentant accrédité. L'analyse ayant montré que cet incident grave était la conséquence d'une série d'événements plus ou moins déterminants, le BEA a en effet considéré qu'il convenait, dans un objectif exclusif de sécurité, d'indiquer chacun de ces événements et de recommander que des actions soient entreprises, quelle que soit l'importance relative de cet événement dans l'enchaînement des faits et sans préjuger de sa contribution à un incident ou accident futur. Les commentaires des Etats-Unis ont donc été annexés, dans leur intégralité, au présent rapport.

---

### **National Transportation Safety Board**

Washington, DC 20594 July 8, 1999

Thank you very much for the opportunity to comment on the report of the serious incident involving Boeing Mc Donnell Douglas MD-83, F-GRMC operated by AOM, on November 23, 1997 near Paris/Orly Airport. As the state of design/manufacture, the Accredited Representative United States of America and advisors participate in Annex 13 aircraft accident investigations with a primary interest in the continuing airworthiness issues of the airplane, as well as any other aviation accident prévention issues that may improve aviation safety.

We recognize that this AOM serious incident presents unique accident prévention opportunities for the Bureau Enquetes-Accidents of France, the French DGAC, the operator, the U. S. regulators and operators and the world aviation community. This is an exclusive event in that fatalities and airplane damage was narrowly avoided.

As the U.S. Accredited Representative, my review is intended to support the stated objective of paragraph 3.1 of Annex 13, that is to prevent accidents and incidents, not to apportion blame or liability. Further, we view any recommandations in the report to be intended for the same purpose, to avoid recurrence of any sircular accident or incident.

I have discussed the report with the participants of the U.S. Accredited Representative team and we concur with the probable cause of the accident as presented in the report, i.e., the decision to put the aircraft into descent when, as a result of a display error, it was neither on the localiser track nor on the glide path, and with no context defined for this improvised maneuver. However, the U.S. Accredited

Representative team does not concur with the "other contributory factor(s) - a fault in the automatic pilot system." We suggest the contributing factor would be more accurate if it stated that, "the pilot flying inserted an incorrect inbound ILS heading for the approach and the error was not detected by the pilot not flying (monitoring pilot)."

The report provides evidence to support the conclusion that, following the pilots insertion of the incorrect ILS inbound course, the flight crew lost situational awareness and the investigation provides sufficient support that the reasons were not related to any airplane system, structure, or power plant malfunction. On the other hand, the report presents evidence that there was a lack of aircrew resource management to include insufficient understanding of any approach briefing and/or the monitoring pilot's responsibilities to communicate to the flying pilot any deviations from the normal stabilized approach parameters. There is no evidence to indicate that the crew members followed normal ILS course intercept/glide path procedures or referred to the ILS raw data display in an effort to verify flight management information. Therefore, from in airworthiness point of view, the U.S. participants do not concur with report recommendation 4.5 that "the FAA, in liaison with the DGAC, immediately require modification of the MD 83 so that the active modes displayed on the FMA indicate what the aircraft is in fact doing at the moment." To endorse this recommendation and justify aircraft changes, one must overlook the incorrect crew actions that brought about the situation and also accept that other crews can be expected to display a similar lack of airmanship which will result in a similar series of errors. With the modern emphasis placed on crew resource management, all-crew standardization, stabilized approaches, attention to GPWS warnings and no-fault go around procedures, there is little indication that this possibility is likely to repeat itself.

Perhaps it would be worthwhile to examine the philosophy of aircraft certification regulations and requirements for procedural guidance to determine if combined crew errors such as an incorrect ILS course combined with an absence of flight deck monitoring/CRM participation form an appropriate base for establishing or modifying certification criteria. If this is so, then further specifics should be presented to clarify and support the related conclusions and recommendations in the report. It would also be beneficial to provide an update on the progress of the earlier recommendations from the Mont. Saint Odile accident which are referred to in current recommendations 4.1, 4.6 and 4.12.

Regarding recommendation 4.6, we fully support your recommendation that the overall management of cockpit alarms deserves evaluation and prioritization by certification authorities to ensure that the alarms meet the intended function; and we add that any aircraft modifications should be reviewed to ensure that such alarm priorities are maintained.

With best regards,

---

# **Annexes**

## **ANNEXE 1**

Expérience des membres d'équipage

## **ANNEXE 2**

Situation météorologique générale

## **ANNEXE 3**

Transcription des radiocommunications

## **ANNEXE 4**

Cartes d'approches aux instruments d'Orly

## **ANNEXE 5**

Présentation chronologique et graphes des paramètres enregistrés au QAR

## **ANNEXE 6**

Contribution du LAA à l'analyse de l'incident

## **ANNEXE 7**

Conclusion du contrôle technique d'exploitation technique effectué par la DAC Nord et le GSAC du 14 janvier au 23 janvier 1997

## **ANNEXE 8**

Contrôles de l'OCV

## **ANNEXE 9**

Lettre du 21 octobre 1997 de la DAC Nord

Lettre du 21 août 1997 du SFACT

## **ANNEXE 10**

Extrait de l'instruction n°DGO/95/10 de Météo-France du 28 novembre 1995

## **ANNEXE 11**

AOL concernant le mouvement de la molette de vitesse verticale

# Expérience des membres d'équipage

## Temps de vol du CdB

---

Le tableau suivant est basé sur des informations fournies par AOM Minerve S.A. Le temps de vol est compté conformément au décret n°97-999 du 29 octobre 1997 paru au journal officiel le 31 octobre 1997, relatif à la durée du travail du personnel navigant reprenant les articles D422-9 et D422-11 du code de l'aviation civile. Le temps de vol du commandant de bord est la somme des termes suivants :

- temps de vol comme membre d'équipage,
- moitié du temps de vol comme passager-service, avant d'entreprendre un vol comme membre d'équipage et sans qu'entre ces deux vols un arrêt d'au moins 12 heures ait été effectué.

Le temps de vol est exprimé en heures de vol et dixièmes. Il est à noter que le CdB ne comptait pas lui-même ses heures mais reproduisait sur son carnet de vol les heures de vol des relevés fournis par la compagnie.

| DATE                                               | cumul sur un mois | DATE                                               | cumul sur deux mois | DATE                                               | cumul sur trois mois |
|----------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------|----------------------|
| du 1-jan au 31-jan                                 | 83,38             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 16-jan au 15-fév                                | 97,12             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-fev au 28-fév                                 | 81,12             | du 1-jan au 28-fév                                 | 164,49              |                                                    |                      |
| du 16-fév au 15-mar                                | 29,83             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-mar au 31-mar                                 | 3,50              | du 1-fev au 31-mar                                 | 84,62               | du 1-jan au 31-mar                                 | 167,99               |
| du 16-mar au 15-avr                                | 11,33             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-avr au 30-avr                                 | 48,17             | du 1-mar au 30-avr                                 | 51,67               | du 1-fev au 30-avr                                 | 132,78               |
| du 16-avr au 15-mai                                | 75,50             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-mai au 31-mai                                 | 92,33             | du 1-avr au 31-mai                                 | 140,50              | du 1-mar au 31-mai                                 | 144,00               |
| du 16-mai au 15-jun                                | 89,73             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-jun au 30-jun                                 | 77,23             | du 1-mai au 30-jun                                 | 169,57              | du 1-avr au 30-jun                                 | 217,73               |
| du 16-jun au 15-jul                                | 81,17             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-jul au 31-jul                                 | 91,50             | du 1-jun au 31-jul                                 | 168,73              | du 1-mai au 31-jul                                 | 261,07               |
| du 16-jul au 15-aoû                                | 88,33             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-aoû au 31-aoû                                 | 90,00             | du 1-jul au 31-aoû                                 | 181,50              | du 1-jun au 31-aoû                                 | 258,73               |
| du 16-aoû au 15-sep                                | 95,58             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-sep au 30-sep                                 | 89,62             | du 1-aoû au 30-sep                                 | 179,62              | du 1-jul au 30-sep                                 | 271,12               |
| du 16-sep au 15-oct                                | 77,76             |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-oct au 31-oct                                 | 88,15             | du 1-sep au 31-oct                                 | 177,77              | du 1-aoû au 31-oct                                 | 267,77               |
| du 16-oct au 15-nov                                | 104,77            |                                                    |                     |                                                    |                      |
| du 1-nov au 23-nov<br>vol de l'incident<br>compris | 78,00             | du 1-oct au 23-nov<br>vol de l'incident<br>compris | 166,15              | du 1-sep au 23-nov<br>vol de l'incident<br>compris | 255,77               |

## Vols effectués par le copilote en AEL sur MD83 jusqu'à l'incident

Ce tableau a été réalisé à l'aide des CRA fournis par la compagnie AOM Minerve S.A. Sur certains vols, la mention "ou autre OPL en AEL" apparaît dans le tableau. Cela signifie que l'équipage était composé d'un commandant de bord et de deux OPL en AEL, et qu'il est noté sur le CRA que les deux OPL en AEL ont effectués le même vol. Lorsque l'OPL en AEL a effectué l'atterrissement, la mention "ou autre OPL en AEL" n'apparaît plus dans la colonne des nombres d'atterrissements. Il en est de même pour la mention "ou OPL de renfort" qui signifie que l'équipage était composé d'un commandant de bord, d'un OPL en AEL et d'un copilote confirmé.

VHL signifie Vol Hors Ligne

AEL signifie vol d'Adaptation En Ligne

| DATE       | VOL type de vol<br>AVION<br>instrumentation | Temps de vol<br>OPL                  | Nombre<br>d'atterrissements<br>OPL | Temps de vol<br>OPL ou en<br>siège<br>observateur | Nombre<br>d'atterrissements<br>OPL ou en siège<br>observateur |
|------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 13/11/1997 | FNI-FNI VHL<br>F-GGMD<br>électro-mécanique  | 01:13                                | 2                                  | 01:13                                             | 2                                                             |
| 13/11/1997 | FNI-FNI VHL<br>F-GGMD<br>électro-mécanique  | 00:00                                | 0                                  | 00:55                                             | 3                                                             |
| 13/11/1997 | FNI-FNI VHL<br>F-GGMD<br>électro-mécanique  | 00:00                                | 0                                  | 01:07                                             | 3                                                             |
| 15/11/1997 | ORY-NCE AEL<br>F-GGME<br>électro-mécanique  | 01:30<br>ou OPL de<br>renfort        | 0                                  | 01:30                                             | 1                                                             |
| 15/11/1997 | NCE-ORY AEL<br>F-GGME<br>électro-mécanique  | 01:35<br>ou OPL de<br>renfort        | 1                                  | 01:35                                             | 1                                                             |
| 15/11/1997 | ORY-NCE AEL<br>F-GGME<br>électro-mécanique  | 01:25<br>ou OPL de<br>renfort        | 1<br>ou OPL de<br>renfort          | 01:25                                             | 1                                                             |
| 15/11/1997 | NCE-ORY AEL<br>F-GGME<br>électro-mécanique  | 01:30<br>ou OPL de<br>renfort        | 1                                  | 01:30                                             | 1                                                             |
| 18/11/1997 | ORY-MRS AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 01:22<br>ou OPL de<br>renfort        | 1                                  | 01:22                                             | 1                                                             |
| 18/11/1997 | MRS-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 01:26<br>ou OPL de<br>renfort        | 1                                  | 01:26                                             | 1                                                             |
| 18/11/1997 | ORY-NCE AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 01:27<br>ou OPL de<br>renfort        | 1                                  | 01:27                                             | 1                                                             |
| 18/11/1997 | NCE-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 01:28<br>ou OPL de<br>renfort        | 1<br>ou OPL de<br>renfort          | 01:28                                             | 1                                                             |
| 20/11/1997 | ORY-PGF AEL<br>F-GGMB<br>électro-mécanique  | 01:30                                | 1                                  | 01:30                                             | 1                                                             |
| 20/11/1997 | PFG-ORY AEL<br>F-GGMB<br>électro-mécanique  | 01:23                                | 1                                  | 01:23                                             | 1                                                             |
| 22/11/1997 | ORY-NCE AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 01:35<br>ou autre copilote<br>en AEL | 1                                  | 01:35                                             | 1                                                             |
| 22/11/1997 | NCE-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 01:25<br>ou autre copilote<br>en AEL | 1                                  | 01:25                                             | 1                                                             |
| 22/11/1997 | ORY-TLN AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 01:35<br>ou autre copilote<br>en AEL | 0                                  | 01:35                                             | 1                                                             |

|              |                                        |                                   |           |                 |           |
|--------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------|-----------|
| 23/11/1997   | TLN-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 01:50<br>ou autre copilote en AEL | 0         | 01:50           | 1         |
| 23/11/1997   | ORY-MRS AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 01:15<br>ou autre copilote en AEL | 0         | 01:15           | 1         |
| 23/11/1997   | MRS-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 1:40<br>ou autre copilote en AEL  | 1         | 01:40           | 1         |
| <b>TOTAL</b> |                                        | <b>25:09:00<sup>1</sup></b>       | <b>14</b> | <b>27:11:00</b> | <b>24</b> |

<sup>1</sup> Dans l'analyse, on estime le nombre d'heures de vol et d'atterrissements en place droite et en siège observateur.

### Vols effectués par l'OPL en AEL en siège observateur sur MD83 jusqu'à l'incident

Ce tableau a été réalisé à l'aide des CRA fournis par la compagnie AOM Minerve S.A. Sur certains vols, la mention "ou autre OPL en AEL" apparaît dans le tableau. Cela signifie que l'équipage était composé d'un commandant de bord et de deux OPL en AEL, et qu'il est noté sur le CRA que les deux OPL en AEL ont effectués le même vol. Lorsque l'OPL en AEL a effectué l'atterrissement, la mention "ou autre OPL en AEL" n'apparaît plus dans la colonne des nombres d'atterrissements. Il en est de même pour la mention "ou OPL de renfort" qui signifie que l'équipage était composé d'un commandant de bord, d'un OPL en AEL et d'un copilote confirmé.

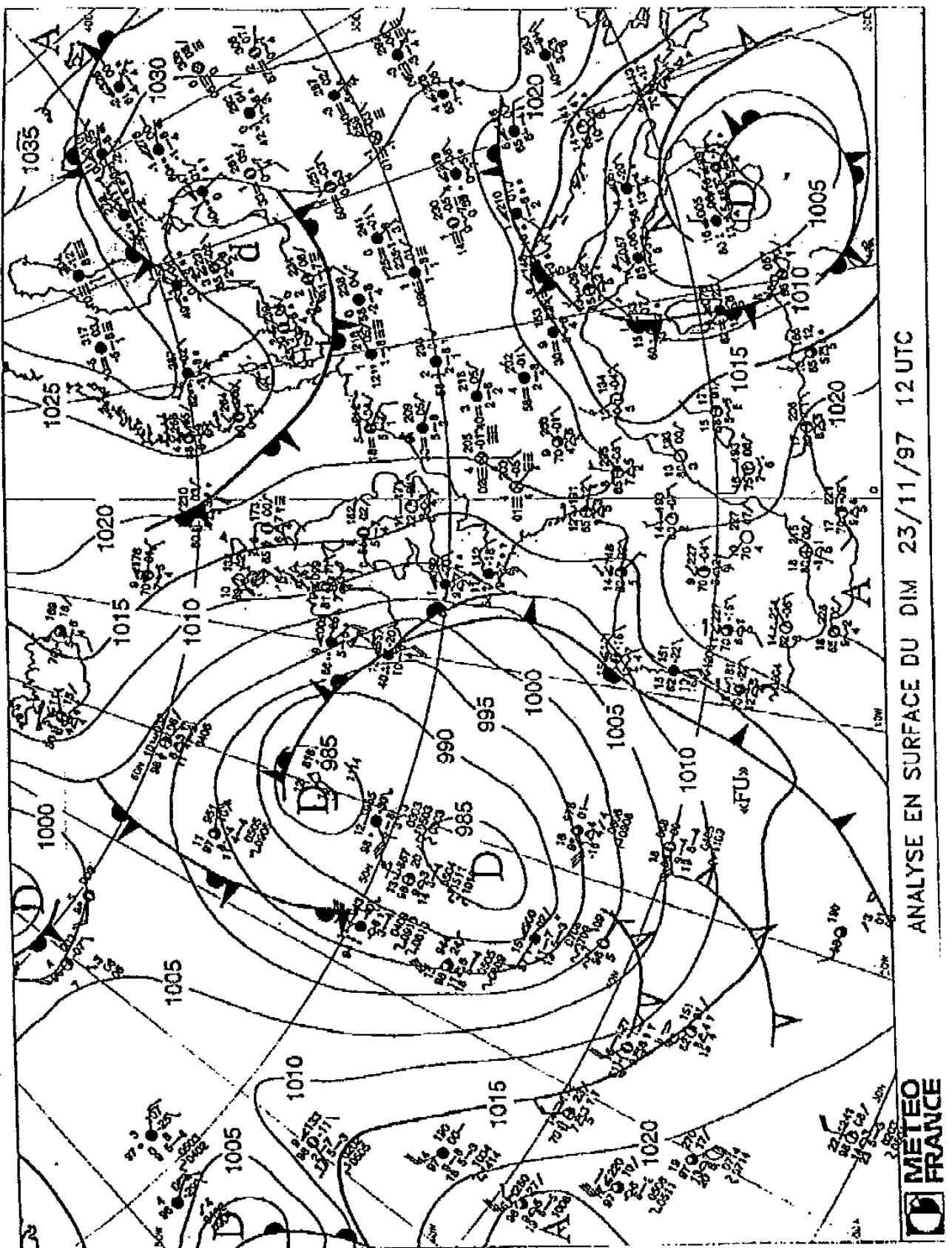
VHL signifie Vol Hors Ligne

AEL signifie vol d'Adaptation En Ligne

| DATE       | VOL type de vol<br>AVION<br>instrumentation | Temps de vol<br>OPL                  | Nombre<br>d'atterrissements<br>OPL | Temps de vol<br>OPL ou en<br>siège<br>observateur | Nombre<br>d'atterrissements<br>OPL ou en siège<br>observateur |
|------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 13/11/1997 | FNI-FNI VHL<br>F-GGMD<br>électro-mécanique  | 00:00                                | 0                                  | 01:13                                             | 2                                                             |
| 13/11/1997 | FNI-FNI VHL<br>F-GGMD<br>électro-mécanique  | 00:00                                | 0                                  | 00:55                                             | 3                                                             |
| 13/11/1997 | FNI-FNI VHL<br>F-GGMD<br>électro-mécanique  | 01:07                                | 3                                  | 01:07                                             | 3                                                             |
| 15/11/1997 | ORY-TFS AEL<br>F-GRMJ<br>glass cockpit      | 4:14<br>ou OPL de<br>renfort         | 1<br>ou OPL de<br>renfort          | 04:14                                             | 1                                                             |
| 15/11/1997 | TFS-ORY AEL<br>F-GRMJ<br>glass cockpit      | 03:59<br>ou OPL de<br>renfort        | 1                                  | 03:59                                             | 1                                                             |
| 17/11/1997 | ORY-NCE AEL<br>F-GGMB<br>électro-mécanique  | 01:26<br>ou autre copilote<br>en AEL | 1                                  | 01:26                                             | 1                                                             |
| 17/11/1997 | NCE-ORY AEL<br>F-GGMB<br>électro-mécanique  | 1:25<br>ou autre copilote<br>en AEL  | 0                                  | 01:25                                             | 1                                                             |
| 17/11/1997 | ORY-TLN AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 1:20<br>ou autre copilote<br>en AEL  | 0                                  | 01:20                                             | 1                                                             |
| 17/11/1997 | TLN-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit      | 01:31<br>ou autre copilote<br>en AEL | 1                                  | 01:31                                             | 1                                                             |
| 19/11/1997 | ORY-NCE AEL<br>F-GGMF<br>glass cockpit      | 01:27                                | 1                                  | 01:27                                             | 1                                                             |

|              |                                        |                                   |           |                 |           |
|--------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------|-----------|
| 19/11/1997   | NCE-ORY AEL<br>F-GGMF<br>glass cockpit | 01:20                             | 1         | 01:20           | 1         |
| 22/11/1997   | ORY-NCE AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 01:35<br>ou autre copilote en AEL | 0         | 01:35           | 1         |
| 22/11/1997   | NCE-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 01:25<br>ou autre copilote en AEL | 0         | 01:25           | 1         |
| 22/11/1997   | ORY-TLN AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 01:35<br>ou autre copilote en AEL | 1         | 01:35           | 1         |
| 23/11/1997   | TLN-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 01:50<br>ou autre copilote en AEL | 1         | 01:50           | 1         |
| 23/11/1997   | ORY-MRS AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 01:15<br>ou autre copilote en AEL | 1         | 01:15           | 1         |
| 23/11/1997   | MRS-ORY AEL<br>F-GRMC<br>glass cockpit | 1:40<br>ou autre copilote en AEL  | 0         | 01:40           | 1         |
| <b>TOTAL</b> |                                        | <b>27:09:00<sup>1</sup></b>       | <b>12</b> | <b>29:17:00</b> | <b>22</b> |

<sup>1</sup> Dans l'analyse, on estime le nombre d'heures de vol et d'atterrissements en place droite et en siège observateur.



**Transcription des communications  
entre Orly Approche/Tour et le F-GRMC (French Line 152 Bravo Victor)**

| STATION EMETTRICE | STATION RECEPTRICE | HEURE UTC      | COMMUNICATIONS                                                                                                                                                                    |
|-------------------|--------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AOM 152 BV        | Orly/Appr          | 08 h 08 min 23 | Orly French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor bonjour                                                                                                                         |
| Orly/Appr         | AOM 152 BV         | 08 h 08 min 31 | Euh French Line Bravo Victor bonjour contact radar maintenez niveau sept zéro Melun cap deux huit zéro ensuite guidage radar ILS zéro sept                                        |
| AOM 152 UV        | Orly/Appr          | 08 h 08 min 41 | Melun cap deux zéro un et pour l'ILS zéro sept on sera cat trois                                                                                                                  |
| Orly/Appr         | AOM 152 UV         | 08 h 08 min 47 | Roger                                                                                                                                                                             |
| AOM 152 UV        | Orly/Appr          | 08 h 09 min 16 | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor on peut garder trois cents noeuds en descente ?                                                                                      |
| Orly/Appr         | AOM 152 BV         | 08 h 09 min 20 | Pendant la descente oui et une fois au niveau sept zéro vitesse deux cent vingt noeuds                                                                                            |
| AOM 152 BV        | Orly/Appr          | 08 h 09 min 24 | Deux cent vingt noeuds pour euh atteignat le sept zéro French Line Bravo Victor                                                                                                   |
| AOM 152 BV        | Orly/Appr          | 08 h 11 min 43 | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor on approche de soixante dix                                                                                                          |
| Orly/Appr         | AOM 152 BV         | 08 h 11 min 46 | Roger Bravo Victor réduction à deux cent vingt noeuds ensuite reprenez la descente vers quatre mille pieds mille vingt                                                            |
| AOM 152 BV        | Orly/Appr          | 08 h 11 min 54 | Réduit vers deux cent vingt noeuds quatre mille pieds mille vingt French Line Bravo Victor                                                                                        |
| AOM 152 BV        | Orly/Appr          | 08 h 19 min 15 | C'est French Line Cent Deux Bravo Victor euh cent quatre vingt noeuds trois mille pieds mille vingt French Line Bravo Victor                                                      |
| Orly/Appr         | AOM 152 BV         | 08 h 19 min 21 | Oui pardon French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor et tournez à droite le cap trois cent vingt trois deux zéro                                                               |
| AOM 152 BV        | Orly/Appr          | 08 h 19 min 27 | trois cent vingt par la droite euh French Line Bravo Victor                                                                                                                       |
| Orly/Appr         | AOM 152 BV         | 08 h 20 min 59 | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor à droite cap trente autorisé ILS zéro sept rappelez établi                                                                           |
| AOM 152 BV        | Orly/Appr          | 08 h 21 min 04 | Cap trente par la droite ILS zéro sept on vous rappelle établi French Line Bravo Victor                                                                                           |
| Orly/Appr         | AOM 152 BV         | 08 h 22 min 10 | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor vitesse cent soixante noeuds maintenant (*) l'Outer Market et la tour cent dix huit sept au revoir                                   |
| AOM 152 BV        | Orly/Appr          | 08 h 22 min 15 | cent soixante noeuds jusqu'à l'Outer Marker cent dix huit sept French Line Bravo Victor au revoir                                                                                 |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 22 min 26 | La tour French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor bonjour                                                                                                                      |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 22 min 31 | French Line Bravo Victor bonjour rappelez Outer Marker zéro sept deux cent vingt degrés deux noeuds                                                                               |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 22 min 36 | Vous rappelle Outer Marker zéro sept French Line Bravo Victor                                                                                                                     |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 23 min 06 | French Line Bravo Victor vous maintenez trois mille pieds au Q.N.H on va vous emmenez en vingt six on a un problème de balisage en zéro sept ... vous êtes toujours à trois mille |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 23 min 15 | On est toujours stable à trois mille French Line Bravo Victor                                                                                                                     |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 23 min 18 | Ok                                                                                                                                                                                |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 23 min 38 | French Line Bravo Victor poursuivez à droite au cap zéro quatre vingt dix                                                                                                         |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 23 min 42 | Par la droite le cap zéro quatre vingt dix Bravo Victor                                                                                                                           |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 24 min 24 | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor quelles sont vos intentions une piste vingt six ?                                                                                    |

| STATION EMETTRICE | STATION RECEPTRICE | HEURE UTC      | COMMUNICATIONS                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|--------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 24 min 29 | Voilà Bravo Victor ça sera une vingt six on était en train de se décider ça sera une piste vingt six et poursuivez au cap quatre vingt dix                                                                                   |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 24 min 39 | D'accord la vingt six cap quatre vingt dix Bravo Victor                                                                                                                                                                      |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 24 min 40 | Bravo Victor pour info en vingt six six cent cinquante quatre cent cinquante et six cents                                                                                                                                    |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 24 min 46 | Reçu on prend                                                                                                                                                                                                                |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 26 min 05 | French Line Bravo Victor poursuivez au cap cent                                                                                                                                                                              |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 26 min 08 | poursuit au cap cent Bravo Victor                                                                                                                                                                                            |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 28 min 11 | French Line à gauche cap zéro quatre vingt confirmez la vitesse                                                                                                                                                              |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 28 min 15 | Par la gauche cap zéro quatre vingt on a cent soixante noeuds indiqués Bravo Victor                                                                                                                                          |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 28 min 20 | Reçu                                                                                                                                                                                                                         |
| AM 62             | Orly/Tour          | 08 h 29 min 34 | American six two established on the ILS                                                                                                                                                                                      |
| Orly/Tour         | AM 62              | 08 h 29 min 37 | Roger six two check the outer marker on two six surface wind is calm first part four hundred and fifty second part four hundred and fifty third part six hundred                                                             |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 31 min 19 | French Line Bravo Victor à gauche au cap zéro vingt                                                                                                                                                                          |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 31 min 22 | Par la gauche le cap zéro vingt Bravo Victor                                                                                                                                                                                 |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 31 min 52 | French Line Bravo Victor poursuivez à gauche au cap trois cents interceptez ILS vingt six                                                                                                                                    |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 31 min 56 | Trois cents par la gauche pour l'ILS vingt six Bravo Victor                                                                                                                                                                  |
| AM 62             | Orly/Tour          | 08 h 32 min 25 | American six two Outer Marker                                                                                                                                                                                                |
| Orly/Tour         | AM 62              | 08 h 32 min 27 | American six two clear to land two six the wind one eight zero degrees two knots first part four hundred and fifty second part three seven five meters third part five five zero meters report on the ground or going around |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 34 min 26 | French Line Cent Cinquante Deux Bravo Victor on est établi vingt six                                                                                                                                                         |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 34 min 31 | Reçu Bravo Victor rappelez passant l'Outer Marker en vingt six vent cent quatre vingt dix degrés trois noeuds                                                                                                                |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 34 min 36 | Rappelle passant l'Outer Marker vingt six French Line Bravo Victor                                                                                                                                                           |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 36 min 27 | French Line Bravo Victor on passe l'Outer Marker en finale vingt six                                                                                                                                                         |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 37 min 28 | French Line Bravo Victor en courte vingt six                                                                                                                                                                                 |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 37 min 30 | Bravo Victor autorisé atterrissage vingt six deux cents degrés trois noeuds premier tiers quatre cents deuxième quatre cent cinquante troisième cinq cents appelez au sol ou en remise de gaz                                |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 37 min 39 | Rappelle au sol ou en remise de gaz Bravo Victor                                                                                                                                                                             |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 38 min 38 | French Line Bravo Victor sur la piste vingt six                                                                                                                                                                              |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 38 min 41 | Reçu rappeler piste claire                                                                                                                                                                                                   |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 38 min 43 | Rappelle piste dégagée Bravo Victor                                                                                                                                                                                          |
| AOM 152 BV        | Orly/Tour          | 08 h 39 min 07 | Bravo Victor piste dégagée vingt six                                                                                                                                                                                         |
| Orly/Tour         | AOM 152 BV         | 08 h 39 min 09 | Bravo Victor cent vingt et un sept au revoir                                                                                                                                                                                 |
| <b>AOM 152 BV</b> | Orly/Tour          | 08 h 39 min 11 | Cent vingt et un sept Bravo Victor au revoir                                                                                                                                                                                 |

**Transcription d'extraits de communications  
entre Paris contrôle (fréquences 133.5 et 127.07) et le F-GRMC (AO68ZO)**

Les heures soulignées se prononcent en Code OACI

Les chiffres et nombres se prononcent tels que soulignés (ex : 11 0 2 : onze, zéro, deux; 100 idem  
100 : cent)

AO se prononce FRENCH LINE

| Heures UTC     | DE      | COMMUNICATIONS                                                                                          |
|----------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 h 53 min 07 | AO-ZO   | AO-Z <u>O</u> derrière mon collègue, niveau <u>2 80</u>                                                 |
|                | Paris-C | Bonjour <u>Z O</u> arrivée aussi ATN <u>3 E</u> pour Orly, est-ce que vous êtes capable de vous poser ? |
|                | AO-ZO   | Comme mon collègue, pareil.                                                                             |
|                | Paris-C | ehu, donc d'accord c'est bon pour tous les 2 merci                                                      |
|                | Paris-C | AO-Z <u>O</u> Paris <u>125 0 7</u> au revoir                                                            |
|                | AO-ZO   | <u>125 0 7 Z O</u> au revoir                                                                            |
|                |         | Passage sur la fréquence AO                                                                             |
|                | AO-ZO   | Bonjour AO-Z <u>O</u>                                                                                   |
|                | Paris-C | <u>Z O</u> bonjour, donc sur MELUN, rappelez pour la descente                                           |
|                | Paris-C | <u>Z O</u>                                                                                              |
| 12 h 01 min 15 | Paris-C | AO-Z <u>O</u> vous descendez à quelle vitesse ?                                                         |
|                | AO-ZO   | <u>280</u> noeuds                                                                                       |
|                | Paris-C | Parfait.                                                                                                |
|                | AO-ZO   | On voudrait descendre dès maintenant                                                                    |
|                | Paris-C | Reçu <u>60</u> --vers <u>80</u> pardon <u>8 0</u>                                                       |
|                | AO-ZO   | <u>80.8 0 Z O</u>                                                                                       |
|                | AO-BV?? | <u>Z O</u> on donnera la météo sur ?? claire                                                            |
|                | Paris-C | <u>Z O</u> vous voulez la météo sur ?                                                                   |
|                | Paris-C | AO-B <u>V</u> vous me rappelez <u>120</u> libre, d'ici 5 minutes maximum                                |
|                | AO-BV   | <u>V 120</u> libre dans 5 minutes                                                                       |
| 12 h 03 min 33 | Paris-C | <u>Z O</u> également le <u>120</u> libre dans ....d'ici 5 minutes. (pas de réponse)                     |
|                | Paris-C | AO <u>68 Z O</u> descendez vers <u>70, 7 0 250</u> noeuds également, <u>118 85</u> l'approche au revoir |
|                | AO-ZO   | On descend vers le <u>70</u> et <u>250</u> noeuds et <u>118 85</u> au revoir.                           |

**Transcription des communications  
entre Orly Approche (fréquence 118.85) et le F-GRMC (AOM 068 ZO)**

| STATION EMETTRICE | STATION RECEPTEUR | HEURE UTC      | COMMUNICATIONS                                                                                                                                   |
|-------------------|-------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AOM 068 ZO        | Orly/Appr         | 12 h 14 min 40 | French Line 68 Zoulou Oscar bonjour                                                                                                              |
| Orly/Appr         | AOM 068 ZO        |                | Bonjour French Line Zoulou Oscar, contact radar, descendez niveau 60, Melun radial 2.8.6, guidage radar ILS 0.7.R.V.R. 500 mètres et 325 mètres. |
| AOM 068 ZO        | Orly/Appr         |                | Euh reçu pour la R.V.R. et Melun et radial 2.86. French Line Zoulou Oscar au niveau 60 hein ?                                                    |
| Orly/Appr         | AOM 068 ZO        |                | Correct                                                                                                                                          |
| Orly/Appr         | AOM 068 ZO        | 12 h 21 min 20 | French Line Zoulou Oscar 220 noeuds, 4000 pieds, QNH 1020.                                                                                       |
| AOM 068 ZO        | Orly/Appr         |                | 220 noeuds, 4000 pieds, QNH 1020.euh, French Line Zoulou Oscar.                                                                                  |
| Orly/Appr         | AOM 068 ZO        | 12 h 27 min 30 | French Line Zoulou Oscar descendez 3000 pieds QNH 1020.                                                                                          |
| AOM 068 ZO        | Orly/Appr         |                | Descend 3000, QNH 1020 French Line Zoulou Oscar.                                                                                                 |
| Orly/Appr         | AOM 068 ZO        | 12 h 28 min 20 | French Line Zoulou Oscar, à droite cap 0.20, interceptez l'ILS 0.7.                                                                              |
| AOM 068 ZO        | Orly/Appr         |                | A droite cap 0.20 on intercepte l'ILS 0.7. French Line Zoulou Oscar                                                                              |
| Orly/Appr         | AOM 068 ZO        | 12 h 29 min 34 | French Line Zoulou Oscar vitesse 160 noeuds, contactez Orly Tour, 119,7 au revoir.                                                               |
| AOM 068 ZO        | Orly/Appr         |                | 160 noeuds, 118,7 French Line Zoulou Oscar au revoir.                                                                                            |

**Transcription des communications  
entre Orly Tour (fréquence 118.7) et le F-GRMC (AOM 068 ZO)**

| STATION EMETTRICE | STATION RECEPTRICE | HEURE UTC      | COMMUNICATIONS                                                                                                      |
|-------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           | 12 h 29 min 51 | French Line Zoulou Oscar bonjour                                                                                    |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Zoulou Oscar bonjour, 160 noeuds, rappelez outer marker piste 0.7., les R.V.R. 400, 275 mètres et le vent est calme |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | Bien reçu, on intercepte l'ILS 0.7. French Line Zoulou Oscar                                                        |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 30 min 53 | Euh French Line Zoulou Oscar ?                                                                                      |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | Oui j'écoute.                                                                                                       |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Oui vous êtes à peu près 1 nautique et demi au Nord auh de l'axe là , vous passez travers la balise.                |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | Oui on...on revient sur l'axe là , Zoulou Oscar.                                                                    |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 32 min 13 | Zoulou Oscar vous êtes établi ?                                                                                     |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           | 12 h 32 min 15 | Négatif on a remis les gaz de French Line Zoulou Oscar                                                              |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Reçu Zoulou Oscar vous montez dans l'axe, vers 2000 pieds.                                                          |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           | 12 h 32 min 25 | On monte dans l'axe vers 2000 French Line Zoulou Oscar                                                              |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           | 12 h 32 min 43 | On est stable aux 2000 French Line Zoulou Oscar                                                                     |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Bien reçu, maintenez 2000 pieds au cap.                                                                             |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Pas de collationnement.                                                                                             |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 33 min 10 | French Line Zoulou Oscar radar à droite au cap 180.                                                                 |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | A droite cap 180, French Line Zoulou Oscar.                                                                         |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 34 min 30 | Zoulou Oscar prenez à droite un cap 2.40 pour une vent arrière.                                                     |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | A droite cap 2.40 pour une vent arrière, French Line Zoulou Oscar                                                   |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 34 min 50 | Zoulou Oscar vous avez eu des problèmes avec l'ILS ?                                                                |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | Non, on était mal établi on a remis les gaz, on n'a pas pu euh ratrapper le plan.                                   |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Parce que je vous ai vu très très bas.                                                                              |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Pas de réponse                                                                                                      |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 38 min 30 | Zoulou Oscar à droite au cap 3.30.                                                                                  |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | Oui cap 3.30 Zoulou Oscar.                                                                                          |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 39 min 36 | Zoulou Oscar à droite cap 30 pour l'ILS, rappelez établi.                                                           |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | A droite cap 2.30 French Line Zoulou Oscar, 0.30 pardon.                                                            |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 40 min 50 | Zoulou Oscar vous me rappelez établi et ensuite passant l'Outer Marker.                                             |

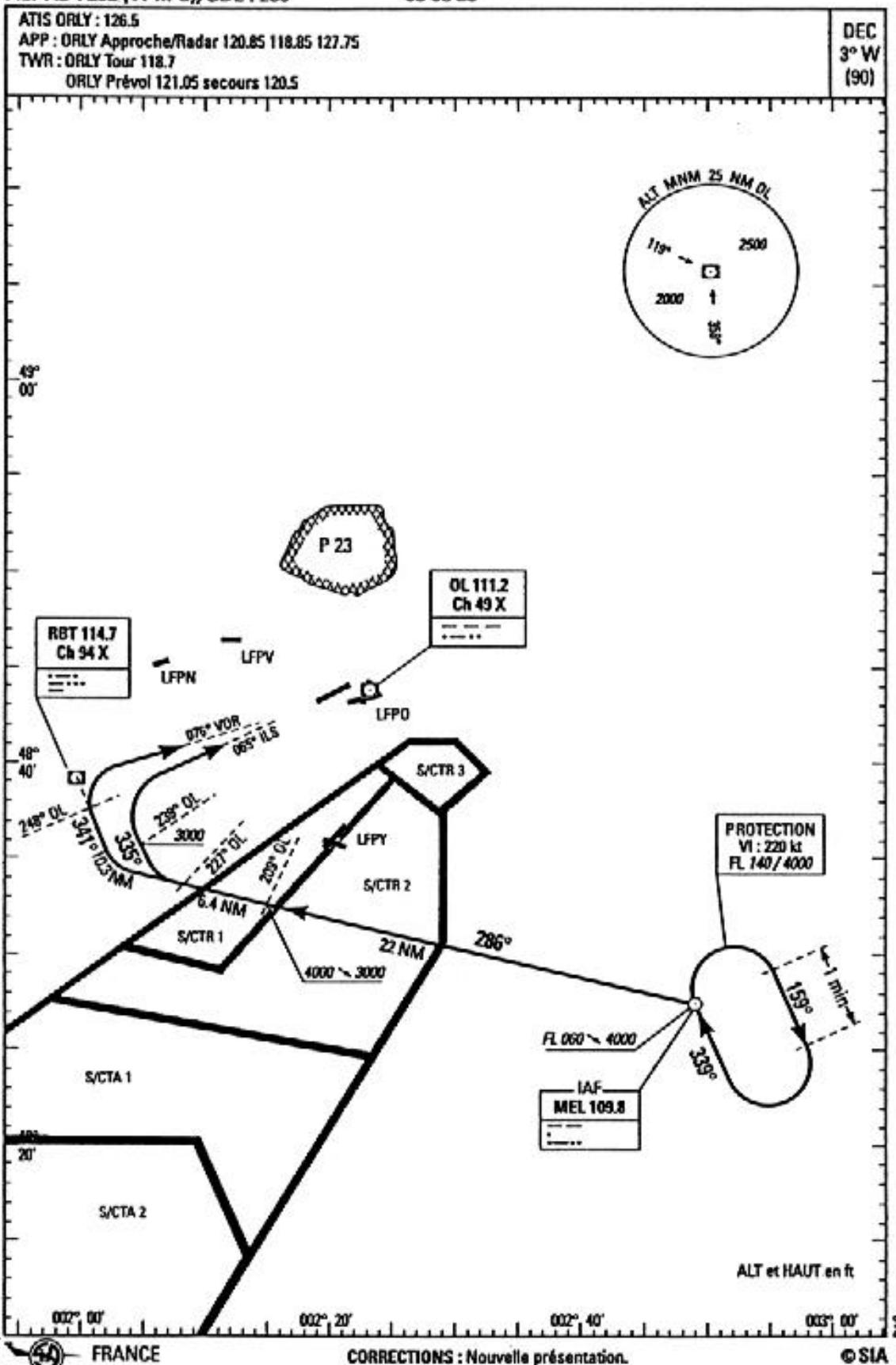
| STATION EMETTRICE | STATION RECEPTRICE | HEURE UTC      | COMMUNICATIONS                                                                         |
|-------------------|--------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | Oui on est établi sur le Loc et on vous rappelle outer marker French Line Zoulou Oscar |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Zoulou Oscar autorisé atterrissage 0.7. le vent est calme, 450 et 275 mètres.          |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | Reçu on est autorisé French Line Zoulou Oscar                                          |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           | 12 h 43 min 20 | Passe l'outer, French Line Zoulou Oscar                                                |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         |                | Reçu Zoulou Oscar, le vent est calme, autorisé atterrissage 450 et 300 mètres.         |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | Bien reçu, on atterrit French Line Zoulou Oscar                                        |
| Orly/TWR          | AOM 068 ZO         | 12 h 45 min 35 | Zoulou Oscar à droite 121,7 au revoir.                                                 |
| AOM 068 ZO        | Orly/TWR           |                | On libère la piste, à droite 121,7 French Line Zoulou Oscar.                           |

APPROCHE AUX INSTRUMENTS  
CAT. A B C D

ALT AD : 292 (11 hPa), SDE : 289

03 PARIS ORLY LFPO  
INA - VOR MEL RWY 07

95 05 25



APPROCHE AUX INSTRUMENTS  
CAT. A B C D

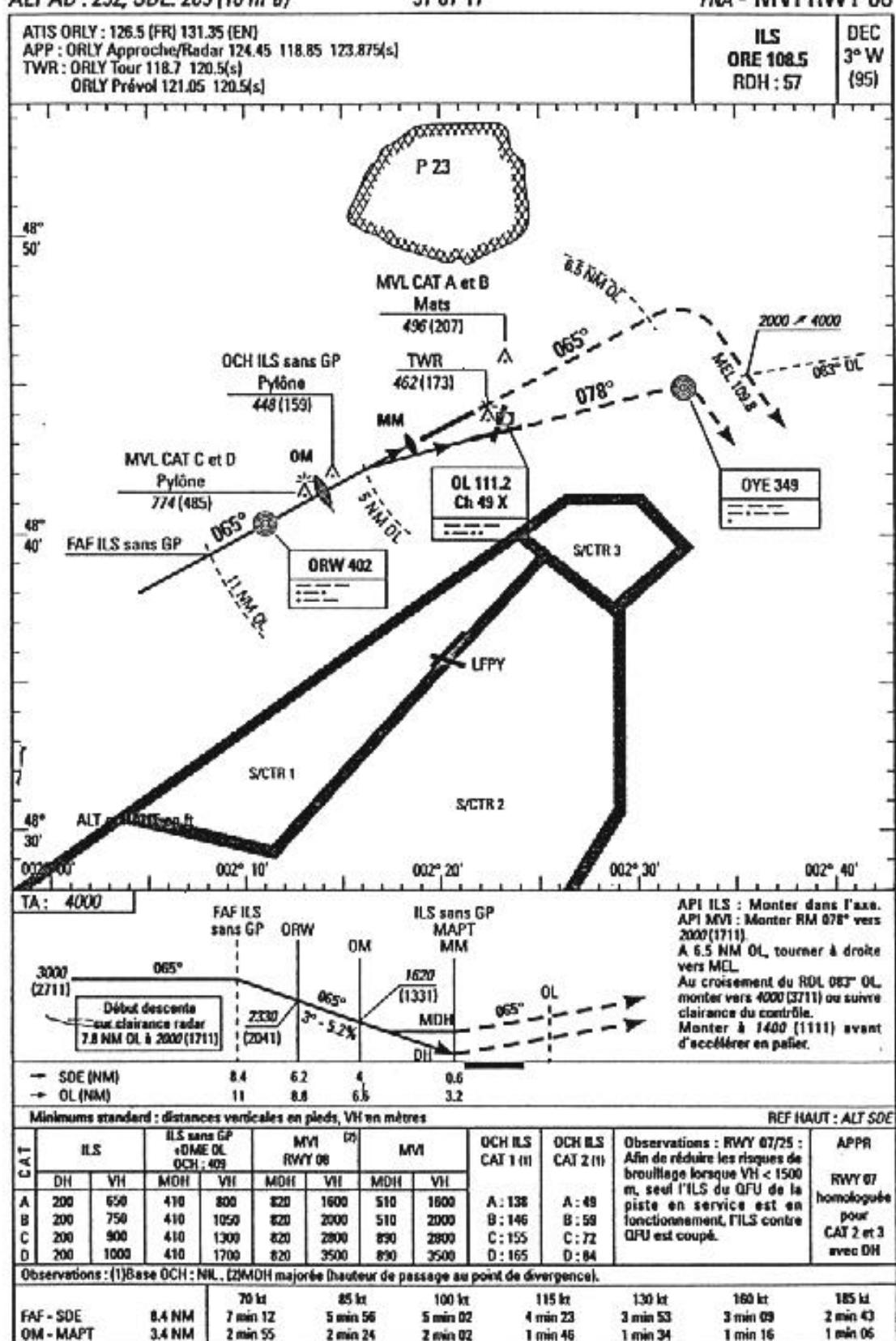
ALT AD : 292, SDE: 289 (10 hPa)

97 07 17

19 PARIS ORLY LFPO

FNA - ILS RWY 07

FNA - MVI RWY 08



FRANCE

CORRECTIONS : Minimums standard - FREQ

© SIA



JEPPESEN

6 JUN 97 (11-2A)

PARIS, FRANCE

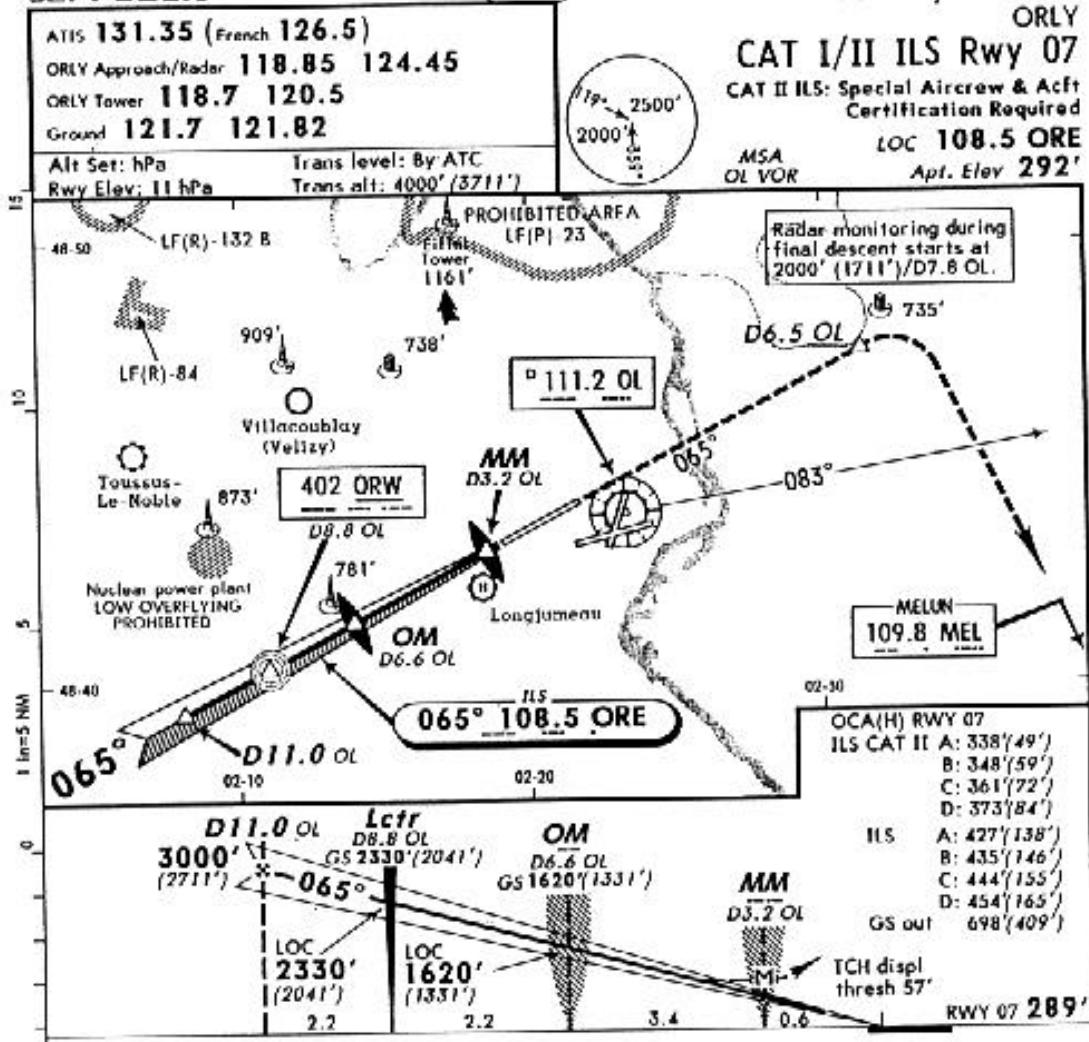
ORLY

CAT I/II ILS Rwy 07

CAT II ILS: Special Aircrew & Acft  
Certification Required

LOC 108.5 ORE

Apt. Elev 292'



**MISSSED APPROACH:** Climb STRAIGHT AHEAD towards 2000' (1711'), at D6.5 OL turn RIGHT to MEL VOR. When crossing R-083 OL continue climb to 4000' (3711'), or as directed. Climb to 1400' (1111') prior to level acceleration.

| CAT II ILS                                                                   |                              | STRAIGHT-IN LANDING RWY 07 |                                                     |                      |                      |                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| RA 96'                                                                       | RA 150'                      | AUTHORIZED OPERATORS ILS   |                                                     |                      | DA(H) 489' (200')    |                      |  |
| DA(H) 389' (100')                                                            | DA(H) 439' (150')            | FULL                       | TDZ or CL out                                       | FULL                 | TDZ or CL out        | AIS out              |  |
| A                                                                            |                              | RVR 550m<br>VIS 800m       |                                                     | RVR 720m<br>VIS 800m | RVR 650m<br>VIS 800m | RVR 720m<br>VIS 800m |  |
| B                                                                            |                              |                            |                                                     |                      |                      |                      |  |
| C                                                                            | RVR 350m 1 3                 | RVR 500m 2 3               | RVR 600m<br>VIS 800m                                | RVR 720m<br>VIS 800m | 900m                 | 1200m                |  |
| D                                                                            |                              |                            | RVR 650m<br>VIS 800m                                | RVR 720m<br>VIS 800m | 1000m                |                      |  |
| STRAIGHT-IN LANDING RWY 07<br>LOC (GS out) with OL DME<br>MDA(H) 700' (411') |                              |                            |                                                     |                      |                      |                      |  |
| AIS out                                                                      |                              | Max Kts                    | MDA(H)                                              | CEIL VIS             |                      |                      |  |
| A                                                                            | 800m                         | 110                        | 800' (511')                                         | 340'- 1600m          |                      |                      |  |
| B                                                                            | 1050m                        | 135                        | 800' (511')                                         | 340'- 2000m          |                      |                      |  |
| C                                                                            | 1300m                        | 180                        | 1180' (891')                                        | 600'- 2800m          |                      |                      |  |
| D                                                                            | 1700m                        | 205                        | 1180' (891')                                        | 600'- 3600m          |                      |                      |  |
| Gnd speed Kts                                                                | 70 90 100 120 140 160        |                            | + France auth. 1 + RVR 300m (CAT D AUTOLAND only).  |                      |                      |                      |  |
| ILS GS 3.00° or                                                              | 377 465 539 647 755 862      |                            | + RVR 450m, 2 TDZ or CL out; NIGHT RVR 550m.        |                      |                      |                      |  |
| LOC Desc Gradient                                                            | 5.2%                         |                            | + A 500m (RVR 450m), B 500m, 3 + 600m, 4 + 650m,    |                      |                      |                      |  |
| OM to MAP                                                                    | 3.4 2.55 2.16 2.02 1.42 1.27 |                            | + 750m, 5 Circling height based on rwy 07 displaced |                      |                      |                      |  |
|                                                                              |                              |                            | or MAP at MM/D3.2 OL threshold elevation of 289'.   |                      |                      |                      |  |

PANS OPS CHANGES: Minimums.

© JEPPESEN SANDERSON, INC., 1985, 1997. ALL RIGHTS RESERVED.

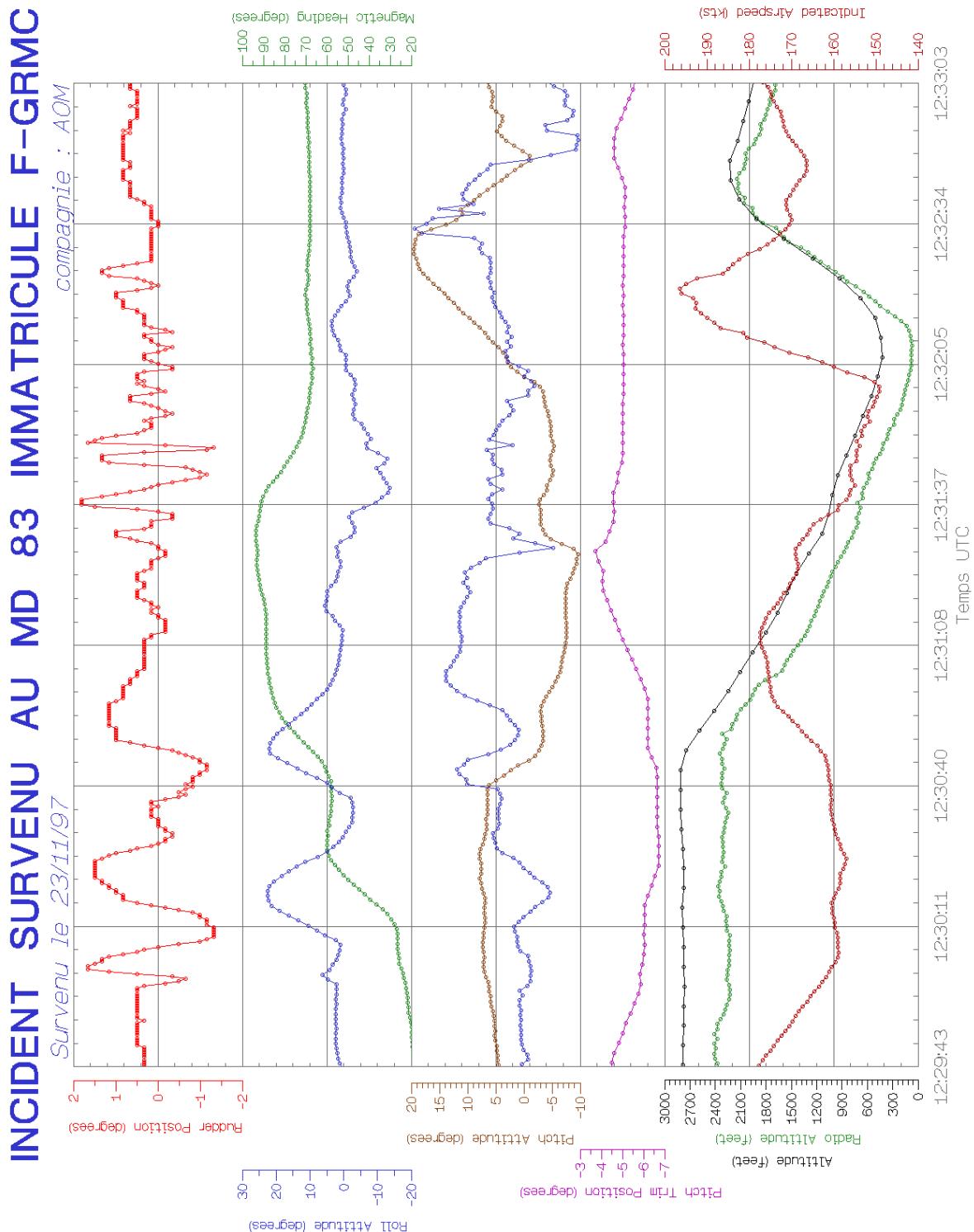
| Temps UTC | Hauteur radiosonde<br>Altitude pression Zp (1013hPa) <sup>4</sup> | Vitesse indiquée | Cap mag. | Paramètres remarquables                                                                                                                                               |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                   |                  |          | P/A connecté au début du vol                                                                                                                                          |
| 12:21:09  |                                                                   | 251 kt           | 308°     | localizer 1 actif (un signal est enregistré)<br>Le paramètre localizer correspond à la position de l'aéronef par rapport à l'axe du moyen de radionavigation utilisé. |
| 12:21:11  | 5994 pieds Zp                                                     | 251 kt           | 308°     |                                                                                                                                                                       |
| 12:26:23  | 3792 pieds Zp                                                     | 220 kt           | 286°     | glide 1 actif (un signal est enregistré)                                                                                                                              |
| 12:27:48  |                                                                   | 221 kt           | 286°     | localizer 2 actif (un signal est enregistré)                                                                                                                          |
| 12:28:03  | 3453 pieds Zp                                                     | 220 kt           | 286°     | Modes FMA actifs :<br>armé : ALTITUDE,<br>vertical : VERTICAL SPEED,<br>horizontal : HEADING HOLD,<br>moteur : LOW LIMIT                                              |
| 12:28:27  | 3173 pieds Zp                                                     | 220 kt           | 286°     | mode horizontal affiché au FMA<br>HEADING SELECT                                                                                                                      |
| 12:28:33  |                                                                   | 220 kt           | 290°     | mode armé affiché au FMA<br>AUTOLAND ALTITUDE                                                                                                                         |
| 12:28:47  | 290 pieds Zp                                                      | 220 kt           | 318°     | début de diminution de la vitesse vers 160 kt                                                                                                                         |
| 12:28:51  | 2858 pieds Zp                                                     | 219 kt           | 327°     |                                                                                                                                                                       |
| 12:28:52  |                                                                   | 219 kt           | 329°     | mode vertical affiché au FMA<br>ALTITUDE CAPTURE                                                                                                                      |
| 12:28:53  |                                                                   | 219 kt           | 332°     | mode armé affiché au FMA<br>AUTOLAND                                                                                                                                  |
| 12:28:54  |                                                                   | 218 kt           | 334°     | mode moteur affiché au FMA<br>SPEED                                                                                                                                   |
| 12:28:55  | 2815 pieds Zp                                                     | 218 kt           | 336°     |                                                                                                                                                                       |
| 12:28:56  |                                                                   | 218 kt           | 339°     | mode vertical affiché au FMA<br>ALTITUDE HOLD                                                                                                                         |
| 12:29:01  |                                                                   | 217 kt           | 349°     | début de sortie des volets vers 15°                                                                                                                                   |
| 12:29:02  |                                                                   | 216 kt           | 352°     | mode moteur affiché au FMA<br>LOW LIMIT                                                                                                                               |
| 12:29:03  | 2799 pieds Zp                                                     | 215 kt           | 354°     |                                                                                                                                                                       |
| 12:29:06  | 2610 pieds sol                                                    | 212 kt           | 358°     | hauteur radiosonde active                                                                                                                                             |
| 12:29:30  | 2412 pieds sol                                                    | 182 kt           | 019°     | mode moteur affiché au FMA<br>SPEED                                                                                                                                   |
| 12:29:38  | 2345 pieds sol                                                    | 181 kt           | 018°     | mode moteur affiché au FMA<br>LOW LIMIT<br>la déviation du localizer 2 passe à zéro                                                                                   |

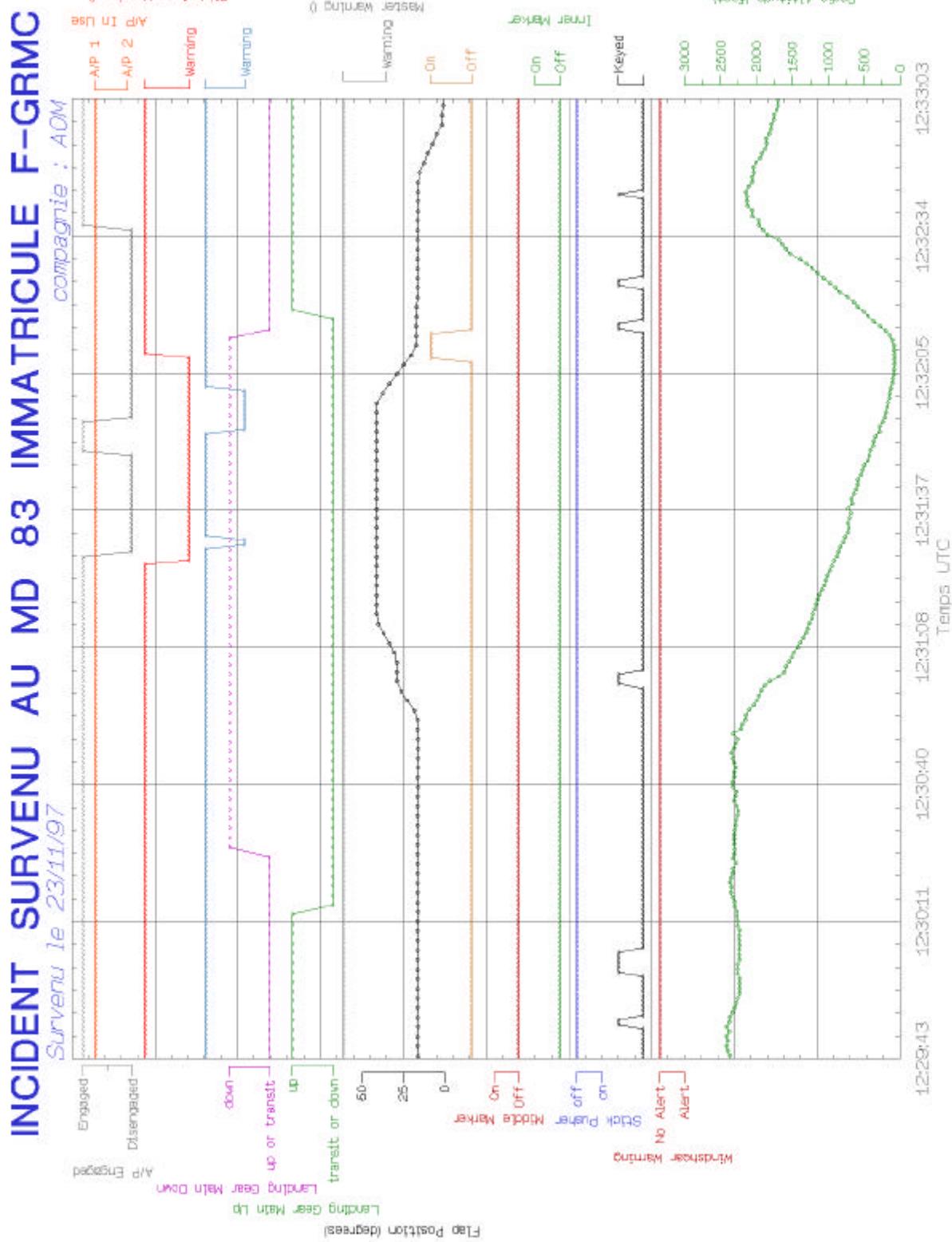
<sup>4</sup> L'altitude pression est enregistrée une fois toutes les quatre secondes ; elle n'est indiquée dans ce tableau que pour les temps où elle est enregistrée.

| Temps UTC | Hauteur radiosonde<br>Altitude pression Zp (1013hPa)4 | Vitesse indiquée | Cap mag. | Paramètres remarquables                                                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------|------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:29:43  | 2373 pieds sol<br>2786 pieds Zp                       | 178 kt           | 019°     | mode horizontal affiché au FMA<br>LOCALIZER CAPTURE                                                           |
| 12:29:47  | 2414 pieds sol<br>2783 pieds Zp                       | 174 kt           | 019°     | localizer 1 égal à zéro<br>(l'aéronef traverse l'axe de la piste, et passe de la droite à la gauche de l'axe) |
| 12:29:59  | 2233 pieds sol<br>2769 pieds Zp                       | 163 kt           | 022°     | mode horizontal affiché au FMA<br>HEADING SELECT                                                              |
| 12:30:01  | 2258 pieds sol                                        | 162 kt           | 024°     | mode armé affiché au FMA<br>APPROACH (ILS)                                                                    |
| 12:30:02  | 2256 pieds sol                                        | 161 kt           | 024°     | mode moteur affiché au FMA<br>SPEED                                                                           |
| 12:30:03  | 2233 pieds sol<br>2771 pieds Zp                       | 160 kt           | 025°     | mode horizontal affiché au FMA<br>LOCALIZER CAPTURE<br>vitesse stable pendant 36 secondes                     |
| 12:30:07  | 2235 pieds sol<br>2775 pieds Zp                       | 159 kt           | 026°     | mode horizontal affiché au FMA<br>HEADING SELECT                                                              |
| 12:30:09  | 2231 pieds sol                                        | 159 kt           | 026°     | mode armé affiché au FMA<br>OFF (non armé)                                                                    |
| 12:30:10  | 2263 pieds sol                                        | 159 kt           | 027°     | augmentation du cap vers 58° environ                                                                          |
| 12:30:15  | 2308 pieds sol<br>2791 pieds Zp                       | 160 kt           | 034°     | Début de sortie du train                                                                                      |
| 12:30:20  | 2352 pieds sol                                        | 158 kt           | 047°     | la déviation du glide 1 change de signe<br>(avion passe au-dessus du plan)                                    |
| 12:30:27  | 2312 pieds sol<br>2786 pieds Zp                       | 158 kt           | 060°     | Train sorti verrouillé                                                                                        |
| 12:30:29  | 2319 pieds sol                                        | 159 kt           | 060°     | mode armé affiché au FMA<br>APPROACH (ILS)                                                                    |
| 12:30:39  | 2323 pieds sol<br>2813 pieds Zp                       | 160 kt           |          | début d'augmentation de la vitesse vers 177 kt                                                                |
| 12:30:40  | 2332 pieds sol                                        | 161 kt           | 058°     | mode vertical affiché au FMA<br>VERTICAL SPEED                                                                |
| 12:30:41  | 2319 pieds sol                                        | 161 kt           | 058°     | mode armé affiché au FMA<br>AUTOLAND                                                                          |
| 12:30:42  | 2319 pieds sol                                        | 161 kt           | 059°     | mode moteur affiché au FMA<br>LOW LIMIT<br>début d'augmentation du cap vers 90° environ                       |
| 12:30:43  | 2296 pieds sol<br>2807 pieds Zp                       | 161 kt           | 060°     | début de descente                                                                                             |
| 12:30:55  | 2098 pieds sol<br>2410 pieds Zp                       | 172 kt           | 083°     | moteurs au ralenti<br>début de sortie des volets vers 28°                                                     |

| Temps UTC | Hauteur radiosonde<br>Altitude pression Zp (1013hPa) <sup>4</sup> | Vitesse indiquée | Cap mag. | Paramètres remarquables                                                                                                         |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:31:06  | 1502 pieds sol                                                    | 176 kt           | 088°     | la déviation du glide 1 change de signe (avion passe au-dessous du plan)                                                        |
| 12:31:07  | 1476 pieds sol<br>1960 pieds Zp                                   | 176 kt           | 089°     | début de sortie des volets vers 40°                                                                                             |
| 12:31:13  | 1269 pieds sol                                                    | 177 kt           | 089°     | début de diminution de la vitesse vers 149 kt                                                                                   |
| 12:31:14  | 1226 pieds sol                                                    | 176 kt           | 089°     | localizer 2 à zéro                                                                                                              |
| 12:31:19  | 1121 pieds sol<br>1554 pieds Zp                                   | 172 kt           | 091°     | glide 2 actif<br>à partir de cet instant, les déviations des localizer et glide 2 sont égales à celles des localizer et glide 1 |
| 12:31:26  | 916 pieds sol                                                     | 169 kt           | 093°     | Début d'alarme GPWS "Glideslope"                                                                                                |
| 12:31:28  | 853 pieds sol                                                     | 169 kt           | 093°     | Déconnexion P/A                                                                                                                 |
| 12:31:29  | 827 pieds sol                                                     | 168 kt           | 093°     | mode armé affiché au FMA APPROACH (ILS)                                                                                         |
| 12:31:30  | 783 pieds sol                                                     | 167 kt           | 094°     | Début d'alarme GPWS enregistrée "Terrain" sur le QAR (cf. 1.16)                                                                 |
| 12:31:32  | 725 pieds sol                                                     | 166 kt           | 094°     | Fin d'alarme GPWS enregistrée "Terrain" sur le QAR (cf. 1.16)                                                                   |
| 12:31:33  | 708 pieds sol                                                     | 165 kt           | 093°     | début de diminution du cap jusqu'à 69° environ                                                                                  |
| 12:31:43  | 585 pieds sol<br>950 pieds Zp                                     | 156 kt           | 084°     | mode horizontal affiché au FMA LOCALIZER CAPTURE                                                                                |
| 12:31:49  | 415 pieds sol                                                     | 154 kt           | 074°     | Connexion P/A                                                                                                                   |
| 12:31:53  | 285 pieds sol                                                     | 153 kt           | 071°     | mode armé affiché au FMA AUTOLAND                                                                                               |
| 12:31:54  | 279 pieds sol                                                     | 151 kt           | 070°     | Début d'alarme GPWS enregistrée "Terrain" sur le QAR (cf. 1.16)                                                                 |
| 12:31:55  | 243 pieds sol<br>650 pieds Zp                                     | 152 kt           | 070°     |                                                                                                                                 |
| 12:31:56  | 212 pieds sol                                                     | 152 kt           | 070°     | Déconnexion P/A<br>mode vertical affiché au FMA ALTITUDE HOLD                                                                   |
| 12:31:57  | 194 pieds sol                                                     | 151 kt           | 069°     | mode armé affiché au FMA APPROACH (ILS)                                                                                         |
| 12:31:58  | 182 pieds sol                                                     | 150 kt           | 069°     | mode moteur affiché au FMA EPR LIMIT (MAX CONTINU)                                                                              |
| 12:31:59  | 164 pieds sol<br>549 pieds Zp                                     | 150 kt           | 069°     | augmentation du régime moteur<br>mode horizontal affiché au FMA GO AROUND                                                       |
| 12:32:00  | 150 pieds sol                                                     | 149 kt           | 068°     | mode vertical affiché au FMA GO AROUND                                                                                          |

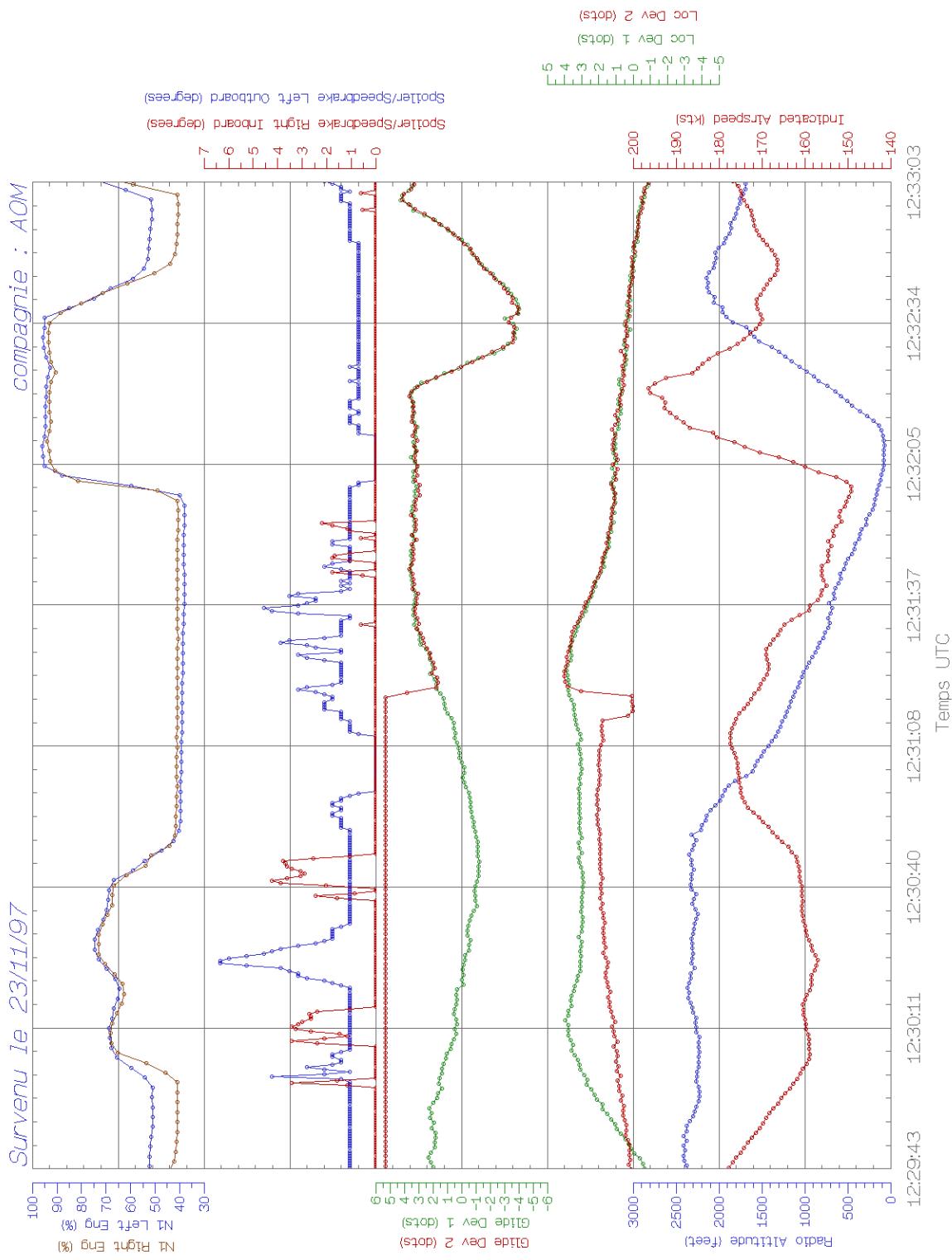
| Temps UTC | Hauteur radiosonde<br>Altitude pression Zp (1013hPa)4 | Vitesse indiquée | Cap mag. | Paramètres remarquables                                                                                                              |
|-----------|-------------------------------------------------------|------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:32:01  | 135 pieds sol                                         | 149 kt           | 068°     | début de rentrée des volets vers 15°<br>mode armé affiché au FMA<br>OFF (non armé)<br>début d'augmentation de la vitesse vers 197 kt |
| 12:32:02  | 121 pieds sol                                         | 150 kt           | 067°     | mode moteur affiché au FMA<br>EPR GO AROUND                                                                                          |
| 12:32:03  | 104 pieds sol<br>474 pieds Zp                         | 153 kt           | 067°     | Fin d'alarme GPWS enregistrée "Terrain" sur le QAR (cf. 1.16).                                                                       |
| 12:32:09  | 67 pieds sol                                          | 174 kt           | 067°     | hauteur radiosonde minimale<br>Début signal radioborne extérieure (Outer Marker)<br>Fin d'alarme "Glideslope"                        |
| 12:32:15  | 273 pieds sol<br>503 pieds Zp                         | 190 kt           | 069°     | Début de rentrée du train                                                                                                            |
| 12:32:19  | 579 pieds sol<br>679 pieds Zp                         | 193 kt           | 070°     | Train rentrée verrouillé                                                                                                             |
| 12:32:22  | 838 pieds sol                                         | 195 kt           | 069°     | mode moteur affiché au FMA<br>MACH EPR LIMITED                                                                                       |
| 12:32:23  | 897 pieds sol<br>931 pieds Zp                         | 192 kt           | 069°     | mode horizontal affiché au FMA<br>HEADING HOLD                                                                                       |
| 12:32:24  | 977 pieds sol                                         | 186 kt           | 069°     | mode vertical affiché au FMA<br>ALTITUDE CAPTURE                                                                                     |
| 12:32:26  | 1154 pieds sol                                        | 184 kt           | 069°     | mode moteur affiché au FMA<br>SPEED/MACH ALPHA LIMITED                                                                               |
| 12:32:30  | 1535 pieds sol                                        | 176 kt           | 069°     | mode moteur affiché au FMA<br>SPEED EPR LIMITED                                                                                      |
| 12:32:36  | 1962 pieds sol                                        | 170 kt           | 068°     | Connexion P/A                                                                                                                        |
| 12:32:38  | 2059 pieds sol                                        | 171 kt           | 068°     | mode moteur affiché au FMA<br>SPEED/MACH ALPHA LIMITED                                                                               |
| 12:32:43  | 2143 pieds sol<br>2222 pieds Zp                       | 168 kt           | 068°     | Hauteur radiosonde maximum après remise de gaz                                                                                       |
| 12:32:47  | 2038 pieds sol<br>2226 pieds Zp                       | 166 kt           | 069°     | Début de rentrée des volets vers 0°<br>Altitude pression Zp (1013 hPa) maximum après remise de gaz                                   |





# INCIDENT SURVENU AU MD 83 IMMATRICULE F-GRMC

Survenu le 23/11/97



---

## **ANTHROPOLOGIE APPLIQUEE**

45, rue des Saints-Pères 75270 PARIS Cedex 06

Téléphone: 01 42 86 20 37- 01 42 86 20 41 -Télécopie: 01 42 61 53 80

E.mail: laa@citi2.fr

## **CONTRIBUTION A L'ANALYSE DE L'INCIDENT DU 23 NOVEMBRE 1997**

DOC AA 388/98

JUILLET 1998

---

### **SOMMAIRE**

#### **1 - OBJECTIFS -**

#### **2 - ANALYSE DES CYCLES ACTIVITE-REPOS -**

##### **2.1 - Cycles activité-repos du CDB -**

- 2.1.1 - Caractéristiques individuelles -
- 2.1.2 - Analyse des grilles de service -

##### **2.2 - Autres membres d'équipage -**

#### **3 - SYNTHESE DES ENTRETIENS -**

#### **4 - ANALYSE DE LA CHARGE DE TRAVAIL ET DU COMPORTEMENT EN SIMULATEUR -**

##### **4.1 - Description des essais -**

##### **4.2 - Données recueillies -**

##### **4.3 - Résultats -**

- 4.3.1 - Réactions des pilotes et évaluations de la charge de travail -
- 4.3.2 - Constats relatifs à l'ergonomie du poste de pilotage -

#### **5 - RECOMMANDATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT D'UNE METHODE D'INVESTIGATION -**

##### **5.1 - Analyse des cycles activité-repos -**

##### **5.2 - Investigations fondées sur la simulation -**

#### **6 - CONCLUSIONS - PERSPECTIVES -**

---

#### **1 - OBJECTIFS -**

La contribution du Laboratoire d'Anthropologie Appliquée (LAA) à l'analyse de l'incident du 23 Novembre 1997 a pour objectifs:

- d'évaluer les aspects de fatigue de l'équipage susceptibles d'interférer avec le bon déroulement du vol,
- d'appréhender le comportement des pilotes à partird'entretiens ouverts,
- de tenter d'apprécier la charge de travail des pilotes lors des simulations portant sur les minutes précédant la remise de gaz.

Ces différentes évaluations concernent l'ensemble de l'équipage technique. Toutefois, compte tenu du contexte de l'incident, elles portent essentiellement sur le commandant de bord (CDB) ; les deux pilotes stagiaires présents dans le cockpit, bien qu'en position de copilotes en phase d'adaptation en ligne (AEL), n'ont en effet participé ni aux décisions ni aux actions entreprises par le CDB lors de l'approche sur Orly. Cette attitude d'ailleurs mérite réflexion.

#### **2 - ANALYSE DES CYCLES ACTIVITE-REPOS -**

L'analyse a pour but d'évaluer l'impact des horaires de travail sur la fatigue, la vigilance, le sommeil et les rythmes biologiques des pilotes. Il est maintenant bien établi que cet impact contribue à augmenter la probabilité de survenue d'erreurs.

Pour mener cette analyse, on s'est appuyé sur :

- les données collectées par le BEA,
- les informations recueillies au cours d'entretiens avec les pilotes,
- les connaissances actuelles en matière de chronobiologie et les interactions entre rythmes biologiques et horaires de travail,
- les travaux du LAA concernant l'étude de la fatigue en aéronautique (convention DGAC/SFACT).

## 2.1 - Cycles activité-repos du CDB -

La démarche adoptée a consisté à:

- établir les caractéristiques chronobiologiques individuelles du CDB à partir de l'analyse de questionnaires,
- étudier les cycles activité-repos du CDB sur les 4 semaines précédant l'incident en se fondant sur les grilles réelles de service et sur les réponses apportées par les questionnaires

### 2. 1. 1 - Caractéristiques individuelles -

L'analyse du questionnaire "Matin-Soir" indique que le CDB appartient à la catégorie "plutôt du Matin". Ceci suggère une capacité chez le CDB à avancer ses horaires de coucher et de lever, accompagnée d'une tolérance relativement faible vis-à-vis des vols de nuit par rapport aux personnes dites "du soir". En absence de contraintes d'ordre professionnel ou social, le CDB déclare préférer se coucher à 23h et se réveiller à 8h, soit un besoin en sommeil de 9 heures.

L'exploitation du questionnaire de sommeil du CDB indique une certaine rigidité de ses habitudes de sommeil. Cette rigidité se traduit par des difficultés d'endormissement lorsque la période de repos ne coïncide pas avec la plage horaire habituelle du sommeil. Ces habitudes de sommeil se révèlent caractéristiques de la tranche d'âge à laquelle appartient le CDB (52 ans). En effet, on constate généralement une réduction avec l'âge de la tolérance vis-à-vis des changements des horaires d'activité et de repos.

Le questionnaire "Santé" ne révèle aucun trouble particulier du sommeil et de l'humeur. Le CDB dit ne suivre aucun traitement. Son dernier arrêt de travail pour maladie remonte au 9 Mars 1997 et a duré 20 jours. Il a par contre déclaré lors de différents entretiens qu'il se sentait fatigué avant l'incident du 23 Novembre 1997 en raison de la charge de travail liée aux vols en instruction. Ceci est confirmé par les réponses fournies dans les questionnaires aux différentes questions destinées à apprécier des manifestations de fatigue.

Pour ce qui concerne l'hygiène alimentaire, le CDB présente une bonne régularité des horaires des repas en période de repos, qu'il ne conserve toutefois plus lorsqu'il travaille. Ses repas sont complets et il consomme occasionnellement de l'alcool. Il déclare fumer en moyenne 25 cigarettes par jour et consommer 4 tasses de café. Par ailleurs, il pratique quelquefois des sports : natation et marche. Ces données suggèrent que le CDB présente une hygiène de vie à peu près correcte, celle-ci pouvant être perturbée par les contraintes liées à l'exercice de sa profession.

Il convient de signaler que le CDB a sa résidence principale à Evian, ce qui entraîne nécessairement des contraintes supplémentaires, notamment dans les repos pré-vol qui peuvent se trouver écourtés. Il ne prend pas l'avion à Genève mais à Mulhouse Bâle pour des raisons personnelles, ce qui contribue à accroître la durée de ses trajets.

### 2.1.2 - Analyse des grilles de service -

Cette analyse porte sur trois périodes précédant l'incident :

- les quatre dernières semaines, afin de déceler une éventuelle désynchronisation interne des rythmes biologiques <sup>1</sup>,
- la dernière semaine avant l'incident, permettant une évaluation des déficits accumulés de sommeil,
- la période de 24 heures avant l'incident, indispensable à l'étude des périodes de repos et d'activité qui précèdent le vol.

Une représentation graphique dite "chronobiologique" des grilles de service du CDB a été réalisée pour les quatre dernières semaines (figure n°1). Ce type de graphique consiste à présenter les jours en ligne et les heures en colonne avec la nuit physique en grisé. Il permet d'appréhender plus facilement l'organisation des cycles activité-repos et ses conséquences sur le sommeil et les rythmes biologiques.

L'examen des cycles activité-repos au cours des **4 dernières semaines** indique que le CDB n'a disposé que de 6 jours de repos pour 67 vols court-courriers réalisés avant le vol en question. Ces vols comprennent notamment:

- 3 vols de nuit (entre minuit et 6h du matin) <sup>2</sup>,
- 9 vols du matin (décollage entre 6h et 8h) <sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Perte d'harmonie entre les différentes fonctions psychophysiologiques aboutissant à des troubles du sommeil et de l'humeur et à une baisse des performances.

<sup>2</sup> Les heures indiquées sont en heures de Paris (GMT+ 1).

- 5 "nuits courtes" <sup>3</sup>,
- 4 vols en mise en place.

Cette forte activité ne semble pas occasionnelle puisque le rapport d'enquête préliminaire du BEA mentionne que le CDB a dépassé à plusieurs reprises les limites réglementaires des durées de service au cours des 4 mois précédent l'incident.

Le faible nombre des vols de nuit au cours de ces 4 semaines ne peut **pas entraîner à lui seul de troubles des rythmes biologiques** chez le CDB. En revanche, les vols du marin et les "nuits courtes" ont probablement occasionné **des privations de sommeil**. Outre la fatigue associée à ces déficits de sommeil s'ajoute celle liée au nombre important de vols effectués, dont la plupart étaient réalisés en faisant de l'instruction. Ceci ne peut que contribuer à amplifier les phénomènes de fatigue.

Pour ce qui concerne les **7 jours précédent l'incident**, le CDB a disposé d'un jour de repos, le lundi. L'incident s'est produit le dimanche suivant. Il a effectué sur six jours 19 vols court-courriers avec:

- 2 "nuits courtes", l'une dans la nuit du mercredi au jeudi et l'autre dans la nuit du samedi au dimanche, c'est-à-dire dans la nuit ayant immédiatement précédé l'incident, occasionnant très probablement des **déficits de sommeil**,
- une durée totale de service<sup>4</sup> se situe autour de 38 heures 30. Les travaux que mène actuellement le LAA dans le domaine de la fatigue en aéronautique, à la demande de la DGAC, permettent de prédire le niveau de fatigue d'un pilote en fonction du nombre de ses heures de service. Avec 38 heures 30 de service, sans vols de nuit, sur une période de 6 jours, la fatigue du CDB peut être évaluée, **avant l'incident, à un niveau de 4 "Elevé"**, sur une échelle à 5 niveaux (très faible, faible, moyen, élevé, très élevé)<sup>5</sup>. Ce résultat confirme l'auto-évaluation faite par le CDB de son niveau de fatigue . "Je me sentais fatigué mais je n'avais pas atteint la limite". Il doit toutefois être considéré avec prudence, le modèle de régression utilisé pour prédire le niveau de fatigue devant encore faire l'objet de validations.

Au cours des **24 heures précédent l'incident<sup>6</sup>**, le déroulement des différents événements figure ci-après:

- le dernier vol, la veille, se situait entre 20h18 et 21h53,
- arrivée à l'hôtel à 22h 15,
- le réveil étant à 6h30, **la dette de sommeil** peut être de l'ordre **d'au moins une heure** si le coucher a eu lieu au plus tôt vers 22h30. La dette de sommeil correspond à la différence entre le besoin de sommeil (9 heures) et la durée de sommeil précédent l'incident (8 heures entre 22h30 et 6h30),
- petit déjeuner à 7h, pendant un quart heure,
- décollage à 8h du premier vol de la rotation Toulon-Orly-Marseille-Orly,
- le troisième vol de la rotation (Marseille-Orly) a décollé à 11h25,
- **déjeuner** complet en vol à **13h** ; ce repas ainsi que la fatigue préalable du CDB et son déficit de sommeil ont peut-être contribué à un relâchement de la vigilance, caractéristique du début d'après-midi,
- à 13h26, le CDB affiche l'axe **258° au lieu de 065°**,
- à 13h31 : remise des gaz.

En résumé, **la dette de sommeil, bien que modérée, associée à l'organisation des horaires des vols, a probablement contribué à augmenter la fatigue préalable du CDB**. L'enquête sur la fatigue dans le contexte des travaux cités précédemment indique que les caractéristiques les plus fatigantes des rotations court-courriers sont les vols multi-étapes avec réveil matinal. Par ailleurs, les résultats de cette enquête révèlent que la fatigue se manifeste principalement par une attention réduite, des difficultés de concentration et la survenue de "petites erreurs". L'effet de somnolence physiologique post repas se révèle particulièrement net lorsque une dette de sommeil est constatée.

---

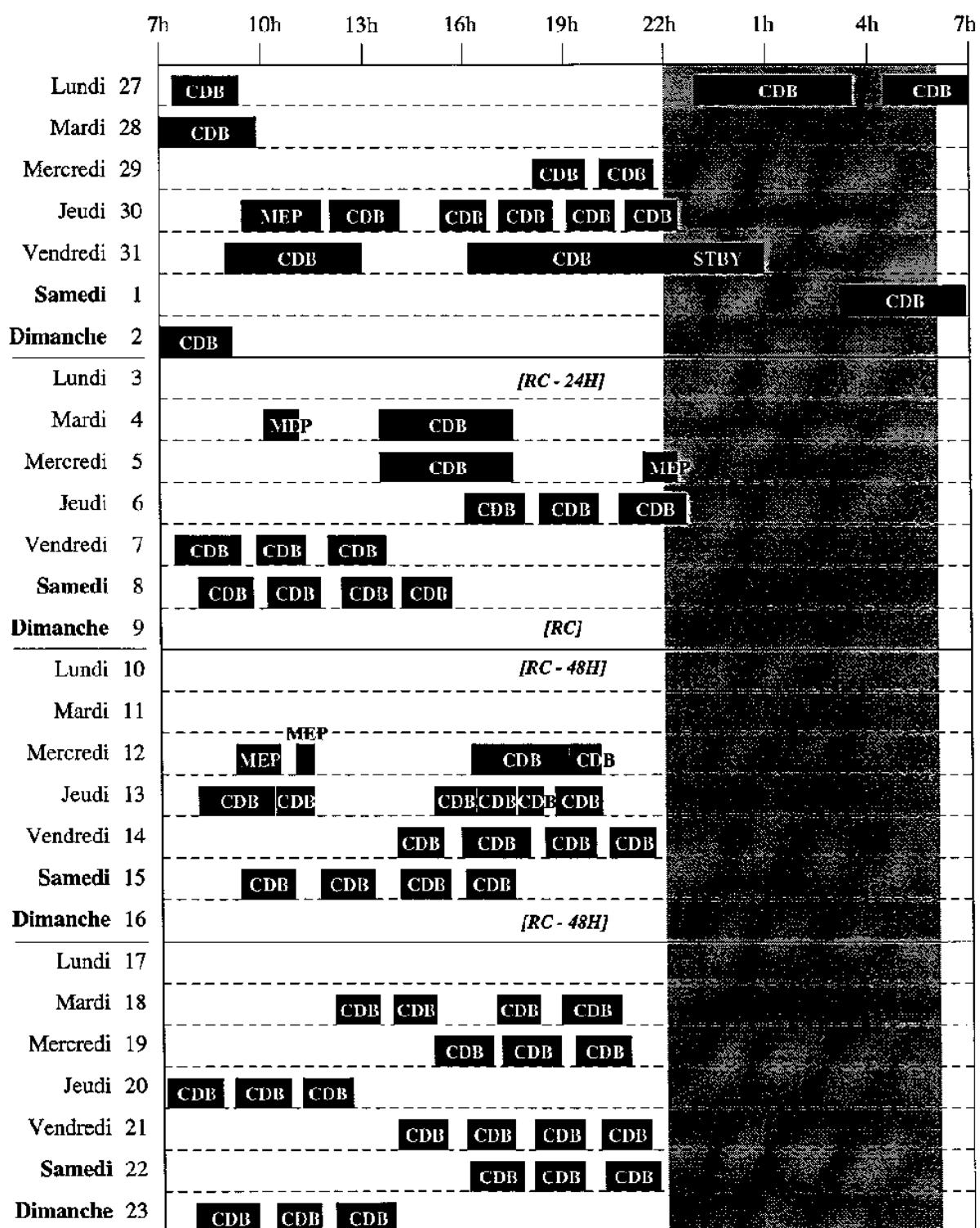
<sup>3</sup> "Nuit courte" correspond au terme consacré par les pilotes lorsqu'une rotation comprend un vol qui se termine tard le soir, suivi d'un vol qui commence tôt le lendemain matin.

<sup>4</sup> La durée de service par jour correspond à la différence entre l'heure de départ de la première étape et l'heure d'arrivée de la dernière étape de la journée ; elle ne comprend pas les durées de trajet domicile (hôtel)-aéroport.

<sup>5</sup> Cette prédiction du niveau de fatigue ne prend toutefois pas en compte la charge de travail supplémentaire liée aux vols en instruction

<sup>6</sup> Les heures indiquées sont en heures de Paris (GMT+ 1).

## Octobre - Novembre 1997



**Figure n°1 :** Représentation dite "chronobiologique" des cycles activité-repos du CDB. Les horaires de vols sont en heures locales (GMT + 1 heure).

RC : Repos compensateur de 48 heures ou de 24 heures

STBY : à disposition

MEP : Mise en place

CDB : Commandant de bord

## 2.2 - Autres membres d'équipage -

Rappelons que l'équipage se composait du CDB et de 2 copilotes en AEL. Ce même équipage a réalisé l'ensemble de la rotation, 6 étapes incluant le vol de l'incident. Le copilote en place de droite (OPL) au moment de l'incident est appelé copilote A et celui en siège observateur (OBS), copilote B.

Le tableau 1 ci-après résume les caractéristiques individuelles des deux copilotes. Le copilote A présente un besoin de sommeil de l'ordre de 10 heures, préférentiellement entre 24h et 10h, et il est proche du type "soir". Pour le copilote B, le besoin en sommeil est également de l'ordre de 10 heures mais dans la plage horaire se situant entre 22h30 et 8h30, et avec un type "indéfini" pour le caractère matin-soir. Ces caractéristiques suggèrent que la privation de sommeil liée à un lever relativement matinal, comme c'est le cas le jour de l'incident, peut entraîner un impact élevé sur la vigilance du copilote A. Ce copilote a déclaré en outre avoir eu des troubles du sommeil la nuit avant l'incident, ceux-ci pouvant être amplifiés par le fait que cette nuit correspondait à son premier découché professionnel.

|                             | Copilote A                                  | Copilote B                   |
|-----------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Age</b>                  | 30 ans                                      | 25 ans                       |
| <b>Typologie Matin-soir</b> | Soir                                        | Indéfini                     |
| <b>Habitudes de sommeil</b> | Questionnaire non exploitable               | Flexible                     |
| <b>Besoin de sommeil</b>    | 10 heures (24 h - 10 h)                     | 10 heures (22 h 30 - 8 h 30) |
| <b>Hygiène de vie</b>       |                                             |                              |
| - Alcool                    | Occasionnellement                           | Occasionnellement            |
| - Tabac                     | Non                                         | Non                          |
| - Café ou thé               | Non                                         | Oui                          |
| - Sport                     | Non                                         | Souvent (7h / semaine)       |
| <b>Santé</b>                | Troubles intestinaux<br>Troubles du sommeil | Infection traitée            |

*Tableau 1. Caractéristiques individuelles des copilotes A et B*

Pour ce qui concerne l'analyse des grilles de service, la même démarche que celle utilisée pour le CDB a été appliquée pour ces deux copilotes. Les figures n°2 et 3 décrivent, respectivement pour les copilotes A et B, l'organisation des cycles activité-repos sur les 4 dernières semaines. Le nombre et la plage horaire des séances de formation en simulateur, des vols en qualité de copilote ou d'observateur, réalisés par les copilotes A et B ne devraient pas a priori entraîner des troubles des rythmes biologiques, ni une accumulation de la dette de sommeil.

Les durées de service évaluées au cours des 7 jours qui précèdent l'incident par ces copilotes sont respectivement de l'ordre de 22 heures et de 24 heures 38. Pour les deux copilotes, la fatigue estimée se situerait, avant l'incident, à un niveau 2 "faible" sur l'échelle à 5 niveaux (très faible, faible, moyen, élevé, très élevé), ce qui correspond aux évaluations fournies dans les questionnaires par les deux copilotes pour ce qui concerne les sensations de fatigue avant l'incident.

Les cycles activité-repos sur les 24 heures précédant l'incident demeurent identiques à celui du CDB. Les durées et les plages horaires de sommeil des copilotes sont les suivantes:

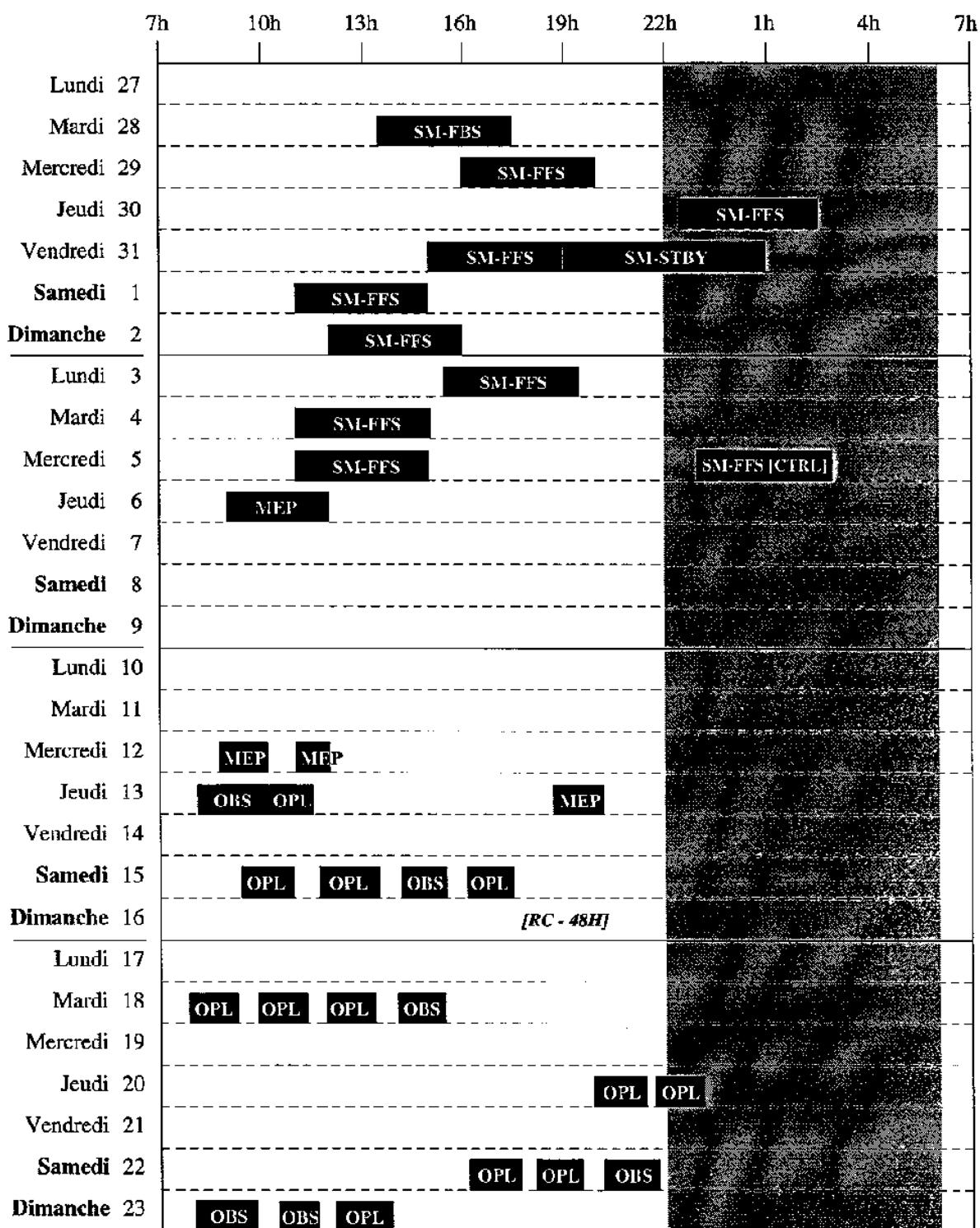
- copilote A : 6 heures 15 de sommeil dans la plage horaire 0h - 6h 15,
- copilote B : 7 heures de sommeil dans la plage horaire 23h - 6h.

Compte tenu de leurs caractéristiques individuelles, la privation de sommeil liée au lever matinal en raison du premier vol le jour de l'incident s'avère relativement plus importante pour le copilote A que pour le copilote B et le CDB. Cela a-t-il contribué au comportement passif du copilote A au cours de l'approche et au moment de l'incident ?

Pour le copilote B, un état de fatigue passager peut être également suspecté suite au traitement d'un état infectieux, sans arrêt de travail, dans les jours précédent l'incident.

En fait, compte tenu de leur niveau modéré de fatigue, on peut estimer que ces deux sujets se trouvaient dans des conditions d'aptitude satisfaisantes.

## Octobre - Novembre 1997



**Figure n°2 :** Représentation dite "chronobiologique" des cycles activité-repos du copilote A. Les horaires de vols sont en heures locales (GMT + 1 heure).

OPL : Vol effectué en siège de droite

OBS : Vol effectué en siège observateur

MEP : Mise en place

STBY : à disposition

CTRL : Contrôle

FBS : Full Based Simulator

FFS : Full Flight Simulator

RC : Repos compensateur de 48 heures

## Octobre - Novembre 1997

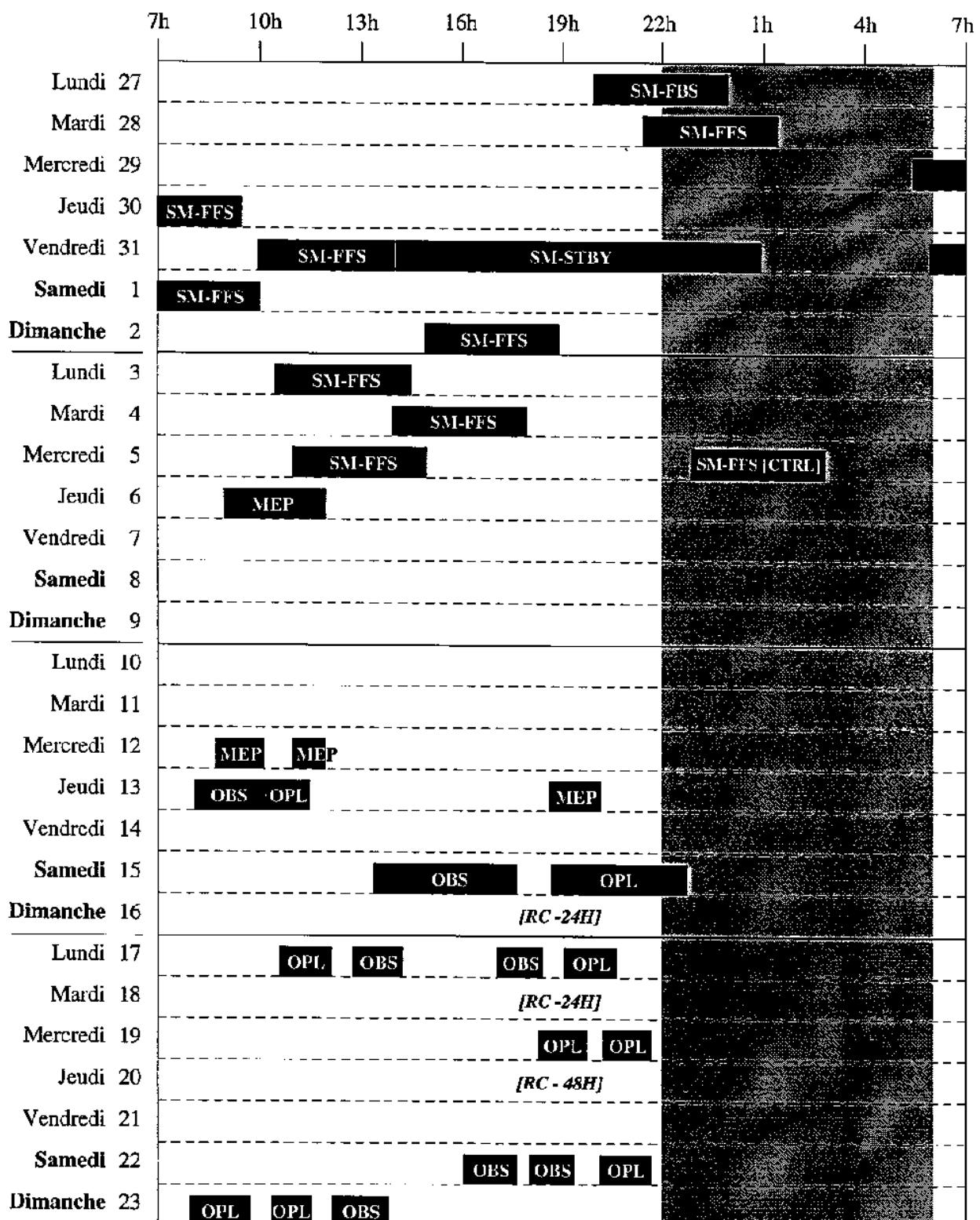


Figure n°3 : Représentation dite "chronobiologique" des cycles activité-repos du copilote B. Les horaires de vols sont en heures locales (GMT + 1 heure).

OPL : Vol effectué en siège de droite

OBS : Vol effectué en siège observateur

MEP : Mise en place - SM : Simulateur

CTRL : Contrôle

FBS : Full Based Simulator

FFS : Full Flight Simulator

RC : Repas compensateur de 48 heures ou de 24

heures

### **3 - SYNTHESE DES ENTRETIENS -**

A la suite des entretiens effectués au LAA avec le CDB et le copilote assis en place centrale (OBS) lors de l'incident, complétés par l'examen des transcriptions des entretiens réalisés par le BEA, il semble que diverses remarques s'imposent concernant l'attitude des copilotes.

Le CDB a enchaîné erreurs sur erreurs et les copilotes ne sont pas intervenus. Il s'agissait de pilotes en AEL. Ni l'un ni l'autre ne peuvent donc être considérés comme des débutants. La copilote en siège OBS déclare s'être rendue aux toilettes et n'aurait réintégré le cockpit qu'au moment où des alarmes résonnaient en tous sens. Dans cette situation devait-elle intervenir même si la catastrophe paraissait imminente ? Son rôle à bord au cours de ce vol paraît modeste et on voit mal comment elle aurait pu s'insérer dans la situation qu'elle a trouvée en réintégrant le cockpit dans un moment très critique.

L'autre copilote, sur le siège de droite, s'est contenté d'un rôle passif. Auxiliaire d'un CDB ayant 18 000 heures de vol à son actif, avec une bonne partie de sa carrière en Afrique, ce qui suppose qu'il a dû affronter des situations difficiles, ce copilote pouvait-il rappeler son chef à l'ordre ? Il convient de s'interroger sur les motifs de sa passivité.

On se trouve à bord dans un système de type militaire. Tout y concourt :

- le CDB est considéré, à juste titre, comme le seul maître à bord, d'autant plus qu'il vole avec des copilotes pour lesquels son évaluation peut être déterminante sur le déroulement de leur carrière,
- les uniformes galonnés et le fait que seul le nom du CDB se trouve mentionné dans les annonces aux passagers contribuent à renforcer cette image,
- dans ce contexte, le stagiaire doit-il participer à la gestion du vol et faire son travail de copilote ?

Il ne s'agit évidemment pas ici de remettre en cause la nécessité d'un chef responsable, mais plutôt d'essayer de comprendre l'attitude du copilote assis sur le siège de droite dans les conditions de cet incident.

De l'entretien avec le CDB, il ressort que l'attitude des copilotes en général lors de l'AEL s'apparente en fait à celle de stagiaires en formation, sans réelle conscience de leurs responsabilités. Cette attitude mentionnée pour l'ensemble des pilotes en formation correspond-t-elle à celle des copilotes A et B ? Sans en être certain, on peut tout au moins le supposer au vu du déroulement du vol.

Ce constat conduit à poser la question du contenu et du contrôle des formations qualifiantes pour être copilote. La prise de conscience de ses responsabilités dans le métier résulte pour une part de l'opérateur lui-même mais également du contexte d'exécution et d'évaluation dudit métier dans l'entreprise.

On peut d'ailleurs se demander si l'accomplissement d'heures de vol en siège OBS, en faisant de "l'auto-formation", présente un intérêt réel pour l'acquisition des compétences requises pour un copilote.

De l'analyse des grilles de services des copilotes A et B, il ressort que cette pratique est très fréquente : respectivement 4 et 5 vols sur les 12 effectués par les copilotes A et B pendant la semaine du 17 au 23 Novembre 1997. Ceci ne paraît pas la condition la plus favorable pour assimiler effectivement les acquis de la formation et prendre conscience de ses responsabilités.

### **4 - ANALYSE DE LA CHARGE DE TRAVAIL ET DU COMPORTEMENT EN SIMULATEUR -**

Ce chapitre décrit les principaux résultats des évaluations de charge de travail et des observations réalisées lors des essais en simulateur du 06 Mai 1998 à Gatwick. L'objectif de ces essais était de mieux appréhender le comportement et les différentes actions du CDB afin de tenter d'apprécier la charge de travail de ce dernier lors de l'événement.

#### **4.1 - Description des essais -**

L'essai a consisté à demander à deux CDB de la compagnie AOM de reproduire les différentes séquences d'actions ayant précédé l'incident, en respectant strictement le déroulement temporel des actions telles qu'elles ont été reconstituées par le BEA à partir des enregistreurs de bord (QAR) et, dans une certaine mesure, des témoignages de l'équipage. De cette manière, il est possible d'observer le comportement du pilote tout en reproduisant les actions et alarmes telles qu'elles sont supposées s'être produites le jour de l'incident.

Les deux commandants de bord (CDB 1 et CDB2), instructeurs sur MD83, ont participé successivement à ces essais en place gauche. Seules ont été reproduites les actions du CDB, pilote aux commandes au moment de l'incident ; le copilote n'a, rappelons-le, pratiquement eu aucune action lors des phases critiques correspondant à l'événement.

Sur l'ensemble des essais effectués, 3 essais « statiques » ont été dédiés plus spécifiquement aux aspects Facteurs Humains :

- un essai partiel puis un essai complet par le CDB1 dénommés ci-après essais CDB1A et CDB1B,
- un essai complet par le CDB2 (essai CDB2).

Avant le premier essai, le CDB 1 n'avait qu'une connaissance partielle de l'incident et ignorait totalement l'ensemble des commandes qu'il aurait à exécuter. Lors des deux premiers essais, le CDB2, assis en place droite disposait de la fiche sur laquelle se trouvaient consignés le déroulement des actions ainsi que leurs heures précises de survenue. Chaque action était donc annoncée à voix haute par le CDB2 au CDB 1.

A l'inverse, le CDB2 possédait une très bonne connaissance de l'incident et exécutait les actions reportées sur sa fiche. Lors de l'essai, l'un des observateurs lui indiquait le moment précis pour l'exécution de chaque action.

#### **4.2 - Données recueillies -**

Au cours de ces essais, les données suivantes ont été recueillies :

- enregistrements par deux caméras vidéo, l'une filmant le pilote de 3/4 arrière, et l'autre filmant son visage,
- évaluations subjectives de la charge de travail à partir de l'échelle standardisée NASA - TLX (Task Load Index). Cette évaluation comporte 6 dimensions présentées sous forme d'échelles analogiques de 100 millimètres: effort mental, effort physique, pression temporelle, auto-évaluation de la performance, effort et frustration. A ces 6 échelles a été ajoutée une septième échelle, dite de pénibilité, renseignant sur la difficulté de la tâche. Cette échelle de pénibilité est régulièrement utilisée par le LAA en complément de la NASA-TLX lors d'évaluations réalisées auprès de pilotes ou de contrôleurs de la navigation aérienne. Les évaluations consistent à inscrire une croix sur chacune des échelles. Un score de 0 à 100 est déterminé en mesurant la position de la croix. Ces évaluations ont été effectuées à la fin de chaque essai,
- les réactions immédiates des pilotes au cours d'un entretien « à chaud » à la fin de chaque essai ont complété le recueil des données.

Le choix de recueillir ces données repose sur l'expérience acquise par le LAA dans l'analyse de la charge de travail et du comportement des équipages dans le contexte des travaux menés sur le thème de la fatigue en aéronautique. Bien entendu, ces méthodes présentent des limites certaines lorsqu'elles se trouvent transposées à l'analyse d'un incident recréé en simulateur avec un équipage différent. En effet, le niveau de charge de travail ressenti par un pilote étant conditionné par un ensemble de facteurs liés à son état physiologique, son expérience et au contexte général du vol, les données recueillies en simulateur ne peuvent être considérées comme représentant strictement le niveau de charge de travail ressenti par l'équipage au moment de l'incident. Les résultats présentés ci-après doivent donc être interprétés avec prudence, en tenant compte de limites inhérentes à la méthode utilisée. Ils permettent toutefois d'apporter un certain éclairage sur le déroulement des actions juste avant l'incident et leur impact probable sur le comportement de l'équipage.

#### **4.3 - Résultats -**

Les résultats obtenus ont été analysés en fonction de deux aspects susceptibles d'apporter une contribution à l'enquête:

- l'évaluation de la charge de travail et les réactions des pilotes d'AOM (CDB1 et CDB2) face à la situation recréée en simulateur,
- des constats sur le plan de l'ergonomie du poste de pilotage.

Les résultats sont discutés en fonction de leur intérêt pour le développement futur d'une méthode d'investigation fondée sur l'analyse d'incidents ou d'accidents en ayant recours à des simulations.

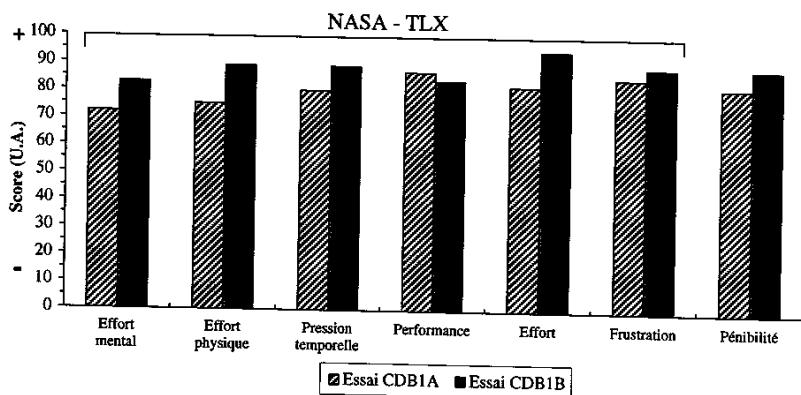
#### 4.3.1 - Réactions des pilotes et évaluations de la charge de travail -

Les évaluations de charge de travail ont été réalisées à la suite des 3 essais statiques.

L'essai CDB1A a débuté à 19h21 et a été interrompu par les observateurs juste après la déconnexion du Pilote Automatique (PA), c'est-à-dire environ 3 minutes après le début de l'essai. Cette interruption était justifiée par le fait que le pilote ne pouvait plus suivre le rythme imposé par le déroulement des actions. Le CDB1 a déclaré à ce moment: « je ne peux plus faire » puis a continué à nous faire part de ses impressions tout en remplissant le questionnaire de charge de travail (TLX). Il a le sentiment d'avoir été à la fois « acteur et spectateur », de constater les « erreurs successives » du CDB et de comprendre ses réactions. Il éprouve la sensation d'avoir « compris de l'intérieur » le comportement du pilote, notamment lorsque le CDB2 lui demande d'armer l'ILS. Il explique cette action par une tentative du pilote pour récupérer ses erreurs et reprendre le plus rapidement possible le contrôle de l'avion ce qui n'aurait pas été possible en mode Autoland, en raison de l'inertie inhérente aux automatismes.

Dans le même temps, il dit avoir ressenti un conflit entre les actions qu'on lui imposait et celles qu'il estimait nécessaires. Il déclare par ailleurs avoir ressenti un stress très important, une forte tension au moment de la déconnexion du PA, puisque c'est à cet instant qu'il se rend compte qu'un crash peut se produire dans les secondes qui suivent.

Les évaluations de la charge de travail et de la pénibilité indiquent des scores très élevés, supérieurs à 70, pour un maximum de 100 sur les 7 dimensions (figure n°4). A titre d'illustration, dans les évaluations réalisées en vols réels dans le contexte de l'étude sur la fatigue en aéronautique, ces scores très élevés ne sont généralement constatés que pour des pilotes fatigués, ayant subi des privations de sommeil répétées. Dans des conditions normales, pour les mêmes phases de vol, le score ne dépasse généralement pas 40. Malgré cette surcharge de travail, le CDB1 évalue sa performance comme bonne. Ces évaluations doivent, rappelons-le, être considérées avec prudence puisque le pilote exécute des actions qui lui sont dictées, sans avoir la possibilité d'anticiper sur les événements. Néanmoins, lors de l'événement le CDB ayant assumé seul la phase de descente, il est vraisemblable qu'il a été confronté à une surcharge de travail très délicate à gérer, compte tenu du fait que ses aptitudes mentales se trouvaient peut-être diminuées en raison de son état de fatigue.



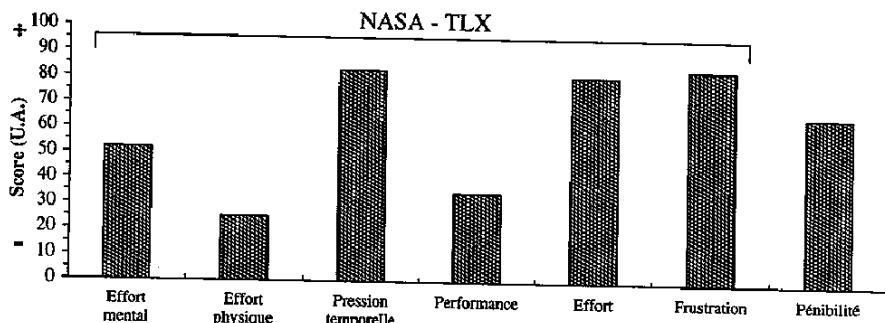
**Figure n°4**  
Auto-évaluation de la charge de travail (NASA-TLX) et de la pénibilité par le Commandant de Bord 1 lors des essais CDB1A et CDB1B  
U.A. : Unités arbitraires

L'essai CDB1B a débuté à 19h45 et s'est déroulé jusqu'à son terme, c'est-à-dire après la remise de gaz. L'intérêt de cet essai réside dans le déclenchement quasi simultané des alarmes sonores : *altitude, glide slope, sink rate et auto pilot*. A la suite de l'essai, le pilote a déclaré que ces **alarmes avaient amplifié son stress et que la surcharge de travail qu'il a subie l'a empêché de se concentrer sur l'altitude de l'avion**. Par ailleurs, il a eu le sentiment « d'être plus proche des ordres qui lui ont été donnés », « d'exécuter davantage et de moins penser » ce qui lui a permis d'assurer l'ensemble des commandes dans le temps imparti.

Les évaluations de charge de travail indiquent des scores supérieurs à ceux observés pour le premier essai (cf figure n°4) ce qui s'explique par le fait que toutes les commandes ont été exécutées ainsi que par la survenue des alarmes. La présence d'une forte charge de travail pour ce second essai conforte l'hypothèse d'une **pression temporelle importante dans les instants précédant la remise de gaz**.

L'essai CDB2 a débuté à 20h05 et s'est déroulé selon la séquence pré-définie. Les observations confirment celles obtenues sur l'essai précédent avec le CDB1, notamment sur le plan de la survenue simultanée d'alarmes et de la pression temporelle. En effet, bien que l'auto-évaluation de la charge de travail se traduise pour ce pilote par des scores inférieurs au CDB1 pour les échelles d'effort mental, d'effort physique, de performance et de pénibilité, les scores de

pression temporelle, d'effort et de frustration demeurent très élevés, au même niveau que ceux du CDB1 (figure n°5). La différence entre ces évaluations s'explique par le fait que le CDB2 connaissait le déroulement précis de l'incident avant l'essai ce qui lui offrait la possibilité d'anticiper sur les actions à réaliser.



**Figure n°5**  
Auto-évaluation de la charge de travail (NASA-TLX) et de la pénibilité par le Commandant de Bord 2 lors de l'essai CDB2  
U.A. : Unités arbitraires

#### 4.3.2 - Constats relatifs à l'ergonomie du poste de pilotage -

L'analyse des différents essais réalisés a permis d'attirer l'attention sur plusieurs éléments, a priori critiques, concernant l'ergonomie du poste de pilotage du MD83. Nos observations portent sur les indicateurs visuels et sur les alarmes sonores.

Pour ce qui concerne les indicateurs visuels, il ressort que la lecture des informations sur l'indicateur de cap peut se révéler délicate. En effet, quelques minutes avant la remise de gaz, le commandant de bord a sélectionné par erreur l'axe ILS au cap 285 au lieu de 065. Le cap sélectionné se trouve dans ce cas inversé par rapport à celui normalement prévu pour cette approche à Orly. La sélection du cap étant indiquée par une flèche de petite taille, l'équipage a pu avoir des difficultés pour s'apercevoir de cette erreur. Le commandant de bord a probablement décelé tardivement cette erreur, alors qu'il se trouvait déjà en dehors de l'axe de la piste.

Fait plus critique, la simulation a montré que l'indication *LOC CAP* sur le FMA restait active alors que l'avion n'était plus dans le faisceau. Cette contradiction entre l'indication et la situation réelle constitue un élément contribuant à altérer la représentation de la situation par le pilote.

Pour ce qui concerne la survenue des alarmes sonores, les essais réalisés indiquent que leur perception et leur interprétation s'avèrent extrêmement difficiles, voire impossibles. Par ailleurs, pour deux alarmes très importantes pour la sécurité du vol, « *glide slope* » et « *sink rate* », la voix de synthèse utilisée est la même voix masculine ce qui ne paraît pas approprié. L'utilisation de mêmes fréquences vocales est en effet connue pour entraîner un effet de masque qui rend les messages pratiquement imperceptibles au sens strict du terme. Cette confusion dans les alarmes se trouve d'ailleurs confortée par les différences constatées entre les témoignages des trois membres d'équipage, à la fois sur la nature et le moment de survenue des alarmes. En outre, il est bien connu que l'utilisation abusive d'alarmes vocales peut réduire la concentration de l'équipage (Patterson, 1982 cité dans Stokes et Wickens, 1988)<sup>7</sup>. Ces aspects d'ergonomie sensorielle, visuelle et auditive, ont probablement fortement contribué à réduire la prise de conscience de la situation par le pilote et constituent des éléments qui nous paraissent essentiels pour la compréhension de l'incident. Les témoignages de l'équipage corroborent l'idée d'une conscience dégradée de la situation. En effet, l'équipage a déclaré n'avoir eu conscience ni de l'altitude ni du danger lors de l'événement.

#### 5 -RECOMMANDATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT D'UNE METHODE D'INVESTIGATION -

Ces recommandations concernent à la fois l'analyse des cycles activité-repos et les investigations fondées sur la simulation.

<sup>7</sup> Patterson (1982). Guidelines for auditory warning systems on civil aircraft. Civil Aviation Authority Paper 82017. London, UK. In: Stokes and Wickens- Aviation Displays- Human Factors in Aviation, Wiener (cd) and Nagel (ed) Academic Press, 1988,684 p.

## **5.1 - Analyse des cycles activité-repos -**

L'analyse des cycles activité-repos repose principalement sur l'utilisation, **par les enquêteurs du BEA**, de guides d'entretiens semi-ouverts permettant de recueillir directement des informations sur les aspects de fatigue, de sommeil et d'hygiène de vie des pilotes. Or, pour cet incident, les guides ont été utilisés comme des questionnaires, remplis par les pilotes eux-mêmes. Dans cette application, une formulation plus appropriée des questions aurait très certainement permis de mieux cerner un certain nombre d'aspects liés à la fatigue et à l'hygiène de vie.

Afin d'éviter ce biais dans le recueil des informations, il convient d'envisager la transformation des guides d'entretiens en questionnaires pouvant être effectivement remplis directement par les pilotes. Ces questionnaires doivent par ailleurs être adaptés à la nature des vols effectués. En effet, dans leur version actuelle, les guides d'entretiens concernent essentiellement les vols long-courriers avec des items centrés sur les effets des décalages horaires, ce qui n'est pas approprié dans le contexte de vols court-courriers.

## **5.2 - Investigations fondées sur la simulation -**

Les observations effectuées lors des trois essais statiques réalisés en simulateur montrent l'intérêt de la démarche adoptée. En effet, ces essais reproduisent assez fidèlement les différentes actions telles qu'elles ont probablement été exécutées par le pilote au cours de l'incident. Ils permettent également de recueillir les réactions des pilotes participant à l'essai. Leur avis se révèle essentiel puisqu'ils parviennent ainsi à saisir la logique qui a motivé une séquence d'actions qui, lorsqu'elle est analysée hors action, peut sembler incohérente. Bien entendu, il convient de rappeler que ces simulations ne peuvent prétendre reconstituer effectivement les réactions ou la charge de travail de l'équipage au moment de l'incident. Ces aspects demeurent en effet spécifiques à chaque pilote et à un contexte général qu'il est pratiquement impossible de recréer totalement. L'approche adoptée doit donc être considérée comme un élément complémentaire d'analyse, contribuant à une meilleure compréhension du contexte dans lequel s'est déroulé l'incident.

Outre l'intérêt des résultats pour la compréhension de l'incident, les observations effectuées au cours de ces essais sur simulateur apportent des enseignements pour la conduite de futures enquêtes. Des suggestions peuvent déjà être formulées pour la réalisation de ces essais, tant sur le plan du déroulement que de leur technique de recueil de données.

Sur le plan du déroulement des simulations, il pourrait s'avérer utile de les réaliser en laissant, à un moment bien défini du scénario, la possibilité au pilote de réagir comme il le souhaite. Pour cet incident particulier, il serait par exemple intéressant de ne reproduire que le début de la séquence. C'est-à-dire la sélection erronée du cap ILS, puis de laisser le pilote poursuivre par lui-même l'approche finale. Cet essai devrait être reproduit avec plusieurs CDB, si possible, ignorant les circonstances exactes de l'incident. Ainsi, on pourrait déterminer si le même type d'incident peut se reproduire tout en ayant la possibilité d'observer et de filmer les réactions des équipages. La variabilité des comportements face à la même situation permettrait de tirer des enseignements utilisables dans la formation des pilotes.

Pour augmenter le réalisme de la situation, il serait souhaitable que ces essais puissent être réalisés en « full flight ». En effet, l'équipage utilise inconsciemment des informations relatives aux mouvements de l'avion pour se créer une représentation mentale de la situation.

Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'étudier les possibilités de fixer les caméras à l'intérieur du simulateur.

Afin de permettre des analyses plus précises, il paraît indispensable d'enregistrer de manière plus directe les communications de l'équipage. On doit également envisager des enregistrements vidéo complémentaires, plus focalisés sur la planche de bord de manière à analyser le comportement du pilote en relation avec le déroulement du vol.

Enfin, et ceci paraît essentiel pour l'analyse et l'interprétation des données recueillies, il convient de prévoir après chaque test en simulateur, un temps suffisant pour les entretiens "à chaud" avec les pilotes venant d'être mis en situation. Le recours aux échelles standardisées d'évaluation, de type NASA TLX, ne constitue en effet qu'une aide dans le recueil des informations ; par contre, l'écoute des pilotes au moyen d'une interview semi-ouverte doit impérativement faire partie de l'approche centrée Facteurs Humains.

## **6 - CONCLUSIONS - PERSPECTIVES -**

L'approche adoptée pour la contribution à l'analyse de l'incident du 23 Novembre 1997 repose sur trois aspects complémentaires:

- une analyse des cycles activité-repos, essentiellement pour le CDB, dans les jours ayant précédé l'incident,
- une évaluation du comportement des pilotes à parir d'entretiens ouverts,
- une appréciation de la charge de travail lors d'essais en simulateur recréant les séquences d'actions ayant précédé l'incident.

Les résultats obtenus font ressortir un ensemble d'éléments contribuant à une meilleure compréhension de l'événement et permettent de tirer des enseignements pour la conduite de futures investigations.

L'analyse des cycles activité-repos conforte l'hypothèse que le CDB présentait lors de ce vol **un niveau important de fatigue lié à la fois aux amplitudes de service**, supérieures aux limites réglementaires, et à la nature **des vols réalisés** en tant qu'instructeur. Au cours de l'approche finale, il supporte seul une charge de travail très élevée, difficile à gérer en raison de la fatigue et de l'absence d'implication du copilote. Les essais réalisés en simulateur ont permis de vérifier, avec des pilotes instructeurs, l'ampleur de cette **charge de travail, accrue probablement par de nombreuses alarmes simultanées**, avec des **aspects a priori critiques** sur le plan de l'**ergonomie sensorielle**.

L'ensemble de ces éléments suggèrent une **incidence de la fatigue** sur l'attention et les performances du CDB lors de l'approche finale. Cette incidence, démontrée dans de nombreux travaux scientifiques, a été également évoquée lors de l'enquête sur l'accident d'un DC8 à Guantanamo Bay (Cuba) le 18 Août 1993. Dans l'analyse Facteurs Humains, Rosekind et coll. (rapport NTSB/AAR-94/04) émettent l'hypothèse que les amplitudes importantes de service dans les jours précédent l'accident ont contribué à dégrader fortement les prises de décision de l'équipage. Les analyses des communications enregistrées par le Cockpit Voice Recorder (CVR) montrent que le CDB tend à focaliser son attention sur quelques éléments de la situation tout en négligeant des informations crítiques. Par ailleurs, les auteurs constatent une absence de discussion des décisions au sein de l'équipage, des temps de réponse élevés aux alarmes et des temps excessifs de contrôle de paramètres. Tous ces éléments sont retrouvés dans l'incident du 23 Novembre 1997.

Certaines des manifestations constatées par Rosekind et coll. se rapprochent en effet des observations réalisées en simulateur pour l'incident du MD83. Bien qu'il convienne de rester prudent dans l'interprétation de ces données, elles suggèrent néanmoins une **forte contribution de la fatigue** et de la **surcharge de travail** dans la survenue de l'incident.

Il convient toutefois de ne pas attribuer la survenue de cet incident au seul état de fatigue du CDB. Les deux autres copilotes pour des raisons différentes, pouvaient également présenter des modifications du comportement imputables à la fatigue.

Parmi les autres facteurs ayant probablement contribué à la survenue de cet incident, on doit rappeler les aspects liés à l'ergonomie du cockpit, avec la présence d'informations erronées sur le FMA, une détection délicate d'erreur de sélection pour l'indicateur de cap et la présence d'alarmes sonores simultanées, présentées de manière inadéquate pour être détectées et traitées correctement par les pilotes.

Le dernier point concerne l'absence d'implication des copilotes dans le déroulement du vol et plus précisément la question de la prise de conscience de leur responsabilité réelle pendant ces vols d'AEL. Les modalités pratiques de la formation en vigueur au sein de la compagnie dans les mois précédent l'incident n'ont vraisemblablement pas favorisé cette prise de conscience. Au-delà de cet incident, une réflexion sur le **contenu** et les **modalités pratiques de ces formations** doit être engagée.

Au total, la démarche retenue, élaborée en collaboration très étroite avec les enquêteurs du BEA, a permis la mise en oeuvre d'une approche centrée Facteurs Humains. Elle paraît indispensable à l'analyse des incidents et accidents. Il est bien entendu impossible de dégager à partir d'un seul incident des règles précises d'investigations Facteurs Humains. Il ne fait aucun doute qu'on parviendra au fil du temps à définir les données à recueillir, les questionnaires à réaliser et les règles des simulations permettant une meilleure compréhension de ces aspects et de parvenir ainsi à une meilleure prévention des accidents.

## **Conclusion du contrôle technique d'exploitation effectué par la DAC Nord et le GSAC du 14 janvier au 23 janvier 1997**

Le contrôle de l'exploitation technique, effectué au sein de la société AOM-MINERVE devait être centré sur les moyens, méthodes et procédures mis en œuvre pour que les contraintes de gestion n'interfèrent pas avec les exigences en vigueur en matière de sécurité. La conduite de ce contrôle s'est vu modifiée en terme de méthodologie afin que les enquêteurs procèdent à l'analyse des derniers incidents survenus en exploitation.

A la lumière des événements, la DAC Nord et le GSAC ont pu rapidement prendre conscience qu'il existait aujourd'hui au sein de la société une inadéquation entre les objectifs recherchés et les moyens mis en œuvre.

Les objectifs semblent être de demeurer une grande compagnie "Régulière" française. Quant aux moyens, ils s'apparentent encore bien trop souvent à la structure d'une grande compagnie "Charter".

Afin d'éviter toute dérive, des solutions doivent être recherchées dans différents domaines. Elles devraient s'inspirer des propositions suivantes:

- Création d'une véritable " Commission d'analyse des vols " avec pouvoir décisionnaire ; celle-ci étant rattachée directement au Directeur général adjoint " Produit et Exploitation " ;
- Mise en place d'une concertation " structurée ", entre la Direction Technique et la Direction des Opérations aériennes. Cette liaison fonctionnelle est indispensable à une prise en compte réelle de la dimension opérationnelle lors de la déclaration de l'aptitude au vol d'un aéronef ;
- Revoir de façon urgente l'articulation "Entretien - Exploitation ". La solution passe certainement par une redéfinition des domaines de responsabilité et par un recrutement conséquent de personnels qualifiés au sein de la Direction Technique;
- Reprendre de manière exhaustive les HIL répertoriées au sein du log book " Rouge " afin de les intégrer sous IFR (ceci devrait limiter le nombre d'HIL en attente de traitement) ;
- Régler le problème du " positionnement " de l'A.Q. Il apparaît toutefois que les missions qu'elle assure au sein de la DGA " Produit et Exploitation " sont indispensables pour maintenir et améliorer la sécurité de l'exploitation.;
- Établissement d'une procédure précise d'élaboration, lors de tout incident, d'un document unique incluant les clauses du chapitre XII de l'Arrêté du 05.11.87. Ce document devrait être remis en premier à l'assurance qualité qui serait à même de diligenter, s'il y a lieu, une (des) enquête(s) approfondie(s) sur l'(es) événement(s) décrit(s) ;
- Établissement de fiches descriptives des postes tenus (missions, moyens mis à disposition...) pour chaque poste d'encadrement au sein de la D.G.A " Produit et Exploitation ".
- Maintien d'un secteur CUBANA au sein de la D.O.A. tant que cette activité existe.

Les recommandations formulées ci-dessus, ne sont pas seulement des critiques ponctuelles, mais sont destinées à une meilleure approche par la société des objectifs recherchés.

L'ensemble des ces remarques reflètent l'inquiétude que doit provoquer un monde du transport aérien en mutation rapide, dans lequel des solutions humaines, techniques, économiques et commerciales nouvelles doivent être trouvées tous les jours sans que la sécurité en soit affectée.

Les réponses de l'entreprise aux critiques et suggestions formulées dans ce rapport permettront d'éclairer la décision quant à d'éventuelles mesures restrictives concernant le suivi de l'exploitation et de l'entretien.

26 FEV. 1997

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE



ORGANISME  
DU CONTROLE  
EN VOL

AM CILCAOM1

N/REF : 97 - 126 /OCV

V/REF :

AFFAIRE SUIVIE PAR :

Monsieur le Directeur de la  
Compagnie A.O.M  
13/15 rue du Pont des Halles  
Stratégic Orly 108  
94526 RUNGIS CEDEX

Objet : Contrôle inopiné du 19 février 1997 sur MD83 de la compagnie A.O.M  
Inspecteur de l'Organisme du Contrôle en Vol: [redacted]

Monsieur,

Un contrôle inopiné effectué par un Inspecteur de l'Organisme du Contrôle en Vol a eu lieu le 19 février 1997 sur un MD83 de votre compagnie.

Ce contrôle a été satisfaisant dans l'ensemble, les procédures ont été appliquées par l'équipage conformément au manuel d'exploitation déposé.

Il a été noté une excellente rigueur dans la répartition des tâches et dans l'application du contrôle mutuel au sein de l'équipage technique.

Je vous prie de croire, Monsieur, à l'expression de ma considération distinguée.

Copie :  
DAC/N

Le Chef de  
l'Organisme du Contrôle en vol

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DU LOGEMENT,  
DES TRANSPORTS ET DU TOURISME

ISSY LES MOULINEAUX, LE

25 AOUT 1997

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE



**ORGANISME  
DU CONTRÔLE  
EN VOL**

AM

N/REF : 97 - 490 IOCV

Monsieur le Directeur de la  
Compagnie A.O.M.

V/REF :

**AFFAIRE SUIVIE PAR :**

**Objet :** Contrôle inopiné des 17 mai et 19 juin 1997 sur DC10.  
Inspecteurs de l'Organisme du Contrôle en Vol:

Monsieur,

Deux contrôles inopinés effectués par deux inspecteurs de l'Organisme du Contrôle en Vol ont eu lieu les 17 mai et 19 juin 1997 sur des DC10 de votre compagnie.

Au cours de ces contrôles plusieurs anomalies ont été notées, concernant plus particulièrement les points suivants:

- la documentation
- le transport de matières dangereuses
- l'entretien des machines
- les connaissances du PNC en secourisme ainsi que le suivi de leur maintien des compétences

Un bilan de ces remarques a été effectué avec les responsables de la compagnie et un rapport spécifique a été envoyé à la DAC dont vous dépendez pour action.

Je vous prie de croire, Monsieur à l'expression de ma considération distinguée.

Le Chef de  
l'Organisme du Contrôle en vol

21 OCT 1997

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE



DIRECTION  
DE L'AVIATION CIVILE  
NORD

DEPARTEMENT EXPLOITATION, GESTION ET OPERATIONS

*M. le Président Directeur Général  
Société A.O.M. MINERVE S.A.  
StratégicOrly 108  
13-15, rue du Pont des Halles  
94526 RUNGIS CEDEX*

Affaire suivie par:

Téléphone:

497404 2010197

N/Réf. 022947 /DAC.N/D2T

V/Réf.

Objet:

*Monsieur le Président Directeur Général,*

*Lors de la réunion qui s'est tenue au siège de la DAC.Nord le 19 Août 1997, à laquelle la société A.O.M. était représentée par [redacted], nous avions pris acte de la création d'un "comité de la qualité de l'exploitation". Ce comité composé de l'assurance qualité OPS, de l'assurance qualité DT (atelier intégré), des directeurs techniques ORLY et AOM INDUSTRIES, de l'officier de sécurité des vols et du directeur des opérations aériennes, devait se réunir chaque fois que nécessaire et en tous cas au moins une fois par mois ; la DAC.Nord devait recevoir les comptes-rendus élaborés à l'issue de chaque réunion .*

*Nous sommes le 20 Octobre 1997, soit deux mois après la mise en place de ce comité, et aucun compte-rendu ne m'est parvenu.*

*Je reste donc perplexe sur l'efficacité des mesures prises par votre société dans le domaine de l'assurance qualité, d'autant plus que l'applicabilité du JAR OPS 1 à partir du 1er Avril 1998 me semble à elle seule nécessiter une action importante du comité de la qualité d'exploitation.*

*En ce qui concerne le recrutement de mécaniciens spécialisés MD 83 dans le but de renforcer le personnel de l'atelier intégré à la société d'exploitation, une réponse devait nous être donnée avant fin septembre 1997. Je n'ai reçu aujourd'hui aucune information officielle sur ce recrutement.*

*Votre société s'était aussi engagée à mettre en place avant la fin du mois de septembre 1997, sur le site de la Havane, un ingénieur relevant de la direction technique. Là encore, force est de constater que la DAC.Nord ne dispose d'aucune information.*

*.../...*

9 RUE DE CHAMPAGNE 91200 ATHIS-MONS - ADRESSE POSTALE: ORLY SUD N°108 94396 ORLY AEROGARE CEDEX  
TELEPHONE: 01.69.57.60.00 - TELECOPIE: 01.69.38.26.23

- 2 -

*Je vous invite donc à respecter en totalité les engagements pris au mois d'août dernier. Dans le cas contraire, je me verrais dans l'obligation de prendre des mesures administratives vigoureuses, afin d'éviter la dégradation progressive du niveau de sécurité des vols de la société AOM - MINERVE.*

*Veuillez agréer, Monsieur le Président Directeur Général,  
l'expression de ma considération distinguée.*

*L'Ingénieur en Chef de l'Aviation Civile  
Directeur, de l'Aviation Civile Nord*

9 RUE DE CHAMPAGNE 91200 ATHIS-MONS - ADRESSE POSTALE: ORLY SUD N°108 94396 ORLY AEROGARE CEDEX  
TELEPHONE: 01.69.57.60.00 - TELECOPIE: 01.69.38.26.23

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AVIATION CIVILE



**SERVICE  
DE LA FORMATION AERONAUTIQUE  
ET DU CONTROLE TECHNIQUE**

DIVISION EXPLOITATION

L'ADJOINT AU CHEF DE DIVISION

N/REF: 97703.SFACT/E

Monsieur le Président Directeur  
Général de la société  
**AOM/MINERVE S.A**  
**Stratégic Orly**  
**13/15 rue du Pont des Halles**  
**94526 RUNGIS CEDEX.**

Affaire suivie par \_\_\_\_\_

Tel : \_\_\_\_\_

Fax : \_\_\_\_\_

Objet : Surveillance renforcée.

Monsieur le Président Directeur Général,

Par lettre 0087/SFACT/E du 28 février 1997, la DGAC avait prononcé la mise en surveillance renforcée de votre société pour six mois.

Cette période avait pour objectif la mise en place d'une organisation et des moyens pour garantir le parfait état de navigabilité des appareils exploités par votre entreprise.

Le recrudescence des incidents en juin et juillet 1997 a conduit la DAC/Nord à tenir, en votre présence, une réunion le 8 août 1997.

Cette réunion a permis de démontrer que les dispositions déjà mises en oeuvre n'étaient pas suffisantes. En conséquence, des décisions ont été prises par votre société; et des mesures complémentaires ont été demandées par la DGAC pour remédier aux dysfonctionnements constatés.

Pour permettre de juger l'efficacité des dispositions conjointement évaluées, la DAC/Nord me demande une prolongation de six mois de la surveillance renforcée.

J'ai l'honneur de vous faire savoir que j'ai décidé de donner une suite favorable à cette demande et qu'en conséquence, je maintiens la société AOM sous surveillance renforcée du GSAC, pour une nouvelle période de six mois à compter du 28 août 1997. Cette surveillance renforcée implique au minimum la présence effective quotidienne d'un inspecteur du GSAC local au sein de votre société.

.../..

48, RUE CAMILLE DESMOULINS - 92452 ISSY-LES-MOULINEAUX CEDEX - FRANCE - TEL STANDARD (33) (0)1.41.09.43.21

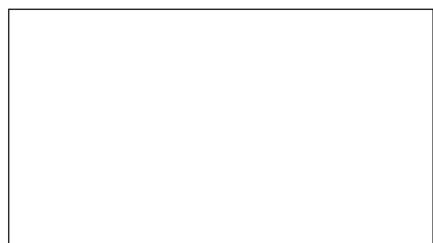


SERVICE  
DE LA FORMATION AÉRONAUTIQUE  
ET DU CONTRÔLE TECHNIQUE

97703.SFACT/E DU 21/08/1997

Une nouvelle enquête conjointe de la DAC/Nord et du GSAC dans les deux mois précédent l'échéance déterminera les suites à donner.

Veuillez agréer, Monsieur le Président Directeur Général, l'expression de mes salutations distinguées.



Copies : SFACT/D  
GSAC/E  
**DAC/Nord**  
GSAC Orly

**Extrait de l'instruction n°DGO/RE/95/10 de Météo-France**  
**du 28 novembre 1995**  
**(dans la colonne de droite figure le texte en vigueur à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1996)**



Service Central  
d'Exploitation de la Météorologie

Titre : Changements dans les codes aéronautiques intervenant le 1/1/96

**Critères utilisés pour insérer des groupes d'indicateurs d'évolution ou pour amender des TAF**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lorsque la visibilité atteindra ou passera par les valeurs 150, 350, 600, 800, 1500m ou 5000m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Lorsque la visibilité atteindra ou passera par les valeurs 150, 350, 600, 800, 1500, 3000m ou 5000m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Lorsque l'un des phénomènes ci-après ou combinaison des phénomènes apparaîtra, disparaîtra ou changera d'intensité</p> <p><i>précipitations se congelant</i></p> <p>chute modérée ou forte de pluie, neige, granules de glace, grêle, grêle fine et/ou neige roulée, pluie et neige mêlées</p> <p>chasse-poussière basse, chasse sable basse, chasse-neige basse</p> <p>chasse-poussière élevée, chasse sable élevée, chasse-neige élevée (tempête de neige comprise)</p> <p>tempête de poussière</p> <p>tempête de sable</p> <p>orage (avec pluie, granules de glace, grêle, grêle fine et/ou neige roulée, neige)</p> <p>grains</p> <p>trombe (trombe terrestre ou trombe marine)</p> <p>autres phénomènes météorologiques si l'on prévoit qu'ils vont entraîner un changement significatif de la visibilité.</p> | <p>précipitations se congelant</p> <p>brouillard givrant</p> <p>précipitation modérée ou forte (averses comprises)</p> <p>chasse-poussière basse, chasse sable basse, chasse-neige basse</p> <p>chasse-poussière élevée, chasse sable élevée, chasse-neige élevée (tempête de neige comprise)</p> <p>tempête de poussière</p> <p>tempête de sable</p> <p>orage (avec ou sans précipitation)</p> <p>grains</p> <p>trombe (trombe terrestre ou trombe marine)</p> <p>autres phénomènes météorologiques si l'on prévoit qu'ils vont entraîner un changement significatif de la visibilité.</p> |
| Lorsque la hauteur de la base de la plus basse couche ou masse de nuages dits BKN ou OVC atteindra ou passera par les valeurs 60, 150, 300 ou 450 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Lorsque la hauteur de la base de la plus basse couche ou masse de nuages dits BKN ou OVC atteindra ou passera par les valeurs 30, 60, 150, 300 ou 450 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Lorsque la nébulosité d'une couche au-dessous de 450m passera :</p> <p>de SCT ou SKC à BKN ou OVC</p> <p>ou de BKN ou OVC à SCT ou SKC</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Lorsque la nébulosité d'une couche au-dessous de 450m passera :</p> <p>de SKC, FEW ou SCT à BKN ou OVC</p> <p>ou de BKN ou OVC à SKC, FEW ou SCT</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lorsque la visibilité verticale atteindra ou passera par les valeurs suivantes : 30, 60 ou 150m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Lorsque la visibilité verticale atteindra ou passera par les valeurs suivantes : 30, 60, 150 ou 300m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lorsque les conditions deviendront des conditions CAVOK ou les conditions CAVOK disparaîtront                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

**AOL**

ALL OPERATORS LETTER

FLIGHT  
OPERATIONS

McDonnell Douglas Corporation (MDC) proprietary rights are included in the information disclosed herein, and recipient by accepting this document agrees that the information is proprietary to MDC. MDC authorizes recipient to reproduce such information for internal use only.

January 5, 1993  
FO-AOL-9-026

To: All MD-80 Operators

Subject: MD-80 FLIGHT GUIDANCE CONTROL PANEL JUMPS

Applicable To: All MD-80 Aircraft

ATA Chapter No: 22-15, Flight Control Panel

**Reason:**

One operator has reported that, during adjustment of the Flight Guidance Vertical Speed wheel, the vertical speed reference jumped from approximately -1000/-1500 feet per minute (fpm) to over -5000 fpm while the pilot was adjusting the descent rate. DAC has duplicated this phenomenon and determined that software added in the -970 and -971 Digital Flight Guidance Computers (DFGCs) is causing the Vertical Speed Reference Jumps. These jumps do not occur with -960 and previous DFGCs.

When the Vertical Speed mode is engaged and the direction of rotation of the pitch wheel is changed rapidly, such as when adjusting the vertical speed reference to a particular number, the reference can jump by approximately 4000 fpm from the previous value. This jump only occurs when the direction of wheel rotation is reversed several times in quick succession.

When this occurs, the reference can jump either up or down depending on the direction of rotation. If the vertical speed reference passes through zero because of a jump (e.g. jumps up +4000 fpm from -1000 fpm), the reference will automatically be set to zero and Altitude Hold mode will be engaged; if the jump does not pass through zero, Vertical Speed mode will remain engaged after the jump.

If the vertical speed reference does jump as described above, flight director/autopilot guidance will control to the newly displayed reference. As normal control of vertical speed is restored immediately after the jump, the pilot can correct the jump by rotating the pitch wheel to the original desired rate.

Upon further investigation, DAC has found that the Speed, Mach, and Pitch Angle references for the IAS, Mach, and Turbulence modes can also jump when the pilot is adjusting the pitch control wheel. The Speed reference can jump by approximately 40 knots, the Mach reference by approximately 0.04 Mach, and the Pitch Angle reference by approximately 12° in these cases. As with vertical speed, normal pitch wheel operation is restored immediately after the jump, and the pilot can correct for it by rotating the pitch wheel to the desired value. DAC has not received any reports of pitch wheel adjustment causing inadvertent jumps in speed, Mach, or pitch angle references.

Flight Operations Customer Service, Douglas Aircraft Company  
3855 Lakewood Boulevard, M/C: 94-26, Long Beach, California 90846-0001, (310) 593-0622  
Facsimile: (310) 593-3471

DAC has also found that with the -970 DFGC, the Altitude Select and Speed/Mach Select references can jump if the altitude select knob or speed/Mach select knob is adjusted in the manner described above, with multiple rapid reverses in direction in quick succession. The altitude reference can jump by approximately 20,000 feet, and the speed select reference can jump by approximately 0.04 Mach in these cases. As with the pitch control wheel, normal altitude select and speed/Mach select knob operation is restored immediately after the jump and the pilot can correct for it by rotating the knob in the appropriate direction. It appears less likely for jumps to occur using controls other than the Vertical Speed Wheel because the mechanical detents and the rotational motion of the hand on the other controls are less likely to produce quick reverses in direction. DAC has not received any reports of altitude or speed/Mach select knob adjustment causing jumps in altitude or speed/Mach select.

The heading select and course select references are not subject to these jumps because a different type of synchro interface is used.

Douglas is investigating design changes to correct the jump phenomena. In the meantime, the Flight Crew can avoid the jump by eliminating rapid and frequent changes in direction when making selections with the Glareshield Controls.

JRS/PAB:csl

  
D. C. Shapiro  
General Manager  
Flight Operations/Safety  
& Training